Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento

Ano 2012

Mariana Sofia Alves Pinto

Recolha de resíduos urbanos indiferenciados do município de Aveiro

Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento

2012

Mariana Sofia Alves Pinto

Recolha de resíduos urbanos indiferenciados do município de Aveiro

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos, Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, e co-orientação da Professora Doutora Ana Paula Duarte Gomes, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

"O problema não diz apenas respeito aos políticos e à indústria; diz respeito a todos nós. Não podemos resolver problemas como as alterações climáticas sozinhos: são necessários esforços concertados a nível internacional. Todos temos um papel a desempenhar – como indivíduos, patrões ou empregados, governos, consumidores e como pais – trata-se do Nosso Futuro – da Nossa Escolha) "

6° Programa de Acção Comunitário em matéria de Ambiente

o júri

presidente

Professor Doutor Luís António da Cruz Tarelho

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Carlos Afonso de Moura Teixeira

Professor Auxiliar do Departamento de Biologia e Ambiente da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Professor Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro (Orientador)

Professora Doutora Ana Paula Duarte Gomes

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro (Co-orientadora)

agradecimentos

O presente trabalho surge como resultado da colaboração de várias pessoas que desde o início apoiaram e acarinharam a ideia proposta. Foi um longo período, que atravessou muitas dificuldades, muitas contrariedades, mas sem o apoio incondicional das pessoas que irei referir este trabalho não teria sido concluído.
Gostaria de agradecer em primeiro lugar ao Prof. Doutor Manuel Arlindo Amador de Matos pela sua orientação preciosa, pela sua disponibilidade, paciência, tolerância, confiança, incentivo e muita compreensão e pelos inúmeros conselhos, pelo sentido crítico, abordagens e sugestões determinantes que de forma tão grata me ofereceu. Todas as palavras escritas são insuficientes para lhe expressar toda a minha gratidão.

À Profª. Doutora Ana Paula Duarte Gomes, pelo incentivo e conselhos prestados ao longo desta caminhada, muito pertinentes na análise de resultados.

Aos Serviços Municipalizados de Aveiro, na pessoa do Diretor Delegado Eng.º Correia Pinto, agradeço o apoio prestado e a disponibilização de toda a informação solicitada. Ao Encarregado Sr. Ricardo agradeço as jornadas de trabalho de campo, que pelo conhecimento do terreno e pela constante disponibilidade para ajudar deu um ótimo contributo para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha família gostaria de expressar toda a gratidão pelo apoio inquestionável, incentivo, dedicação, carinho, amizade e espírito de sacrifício demonstrados ao longo de toda a minha vida e aos meus colegas de trabalho e amigos pelo seu incentivo, amizade e momentos de boa disposição e experiências de trabalho que muito valorizaram esta dissertação

palavras-chave

gestão de resíduos, resíduos urbanos, resíduos urbanos biodegradáveis, estratégias de gestão de resíduos, recolha, indicadores de gestão, compostagem doméstica, compostagem municipal

resumo

Num panorama local, o aumento da densidade populacional nas zonas urbanas, nos últimos anos é uma das causas preponderantes para o aumento progressivo da produção de resíduos urbanos. Neste âmbito cabe aos municípios traçar estratégias que promovam uma gestão eficiente e sustentável das atividades inerentes à gestão de RU, que fomente a redução na fonte e estimule a reutilização e reciclagem bem como a sua valorização. A recolha de RU é uma tarefa de grande complexidade onde interagem muitos de factores revestindo-se de elevada sensibilidade quer para os cidadãos quer para as autarquias. Contudo as actuais restrições orçamentais que se fazem sentir no país obrigam as autarquias a procurar uma redução dos custos efetivos sem degradar a qualidade do serviço prestado

Partindo de um caso de estudo dado pelo município de Aveiro, este trabalho visa a criação de modelos de gestão da recolha de RU de forma a reduzir os custos de gestão e, em simultâneo, a melhorar o desempenho ambiental do município, incluindo o aumento da participação dos munícipes.). Para este efeito foram propostos e avaliados três cenários de gestão de RU: cenário 0, que corresponde ao cenário de base; o cenário 1 relativo ao modelo de gestão PERSU II e o cenário 2 relativo a separação de bioresiduo.

A análise da situação atual permite concluir que o custo dos serviços de recolha de resíduos urbanos e limpeza de arruamentos representam cerca de 70 % dos custos totais da gestão destes resíduos. O custo atual do serviço de recolha varia entre os percursos rurais e urbanos: 33,33€.hab^{-1}.ano^{-1} e 36,58 €. hab^{-1}.ano^{-1}.

A aplicação de ferramenta de representação SIG permitiu analisar o desempenho do serviço de recolha e calcular um significativo número de indicadores de gestão, indispensável à avaliação dos diferentes cenários/modelos.

A análise dos resultados permitiu concluir que o cenário 2 é o mais vantajoso quer a nivel económico, quer a nivel ambiental, apresentando uma redução de custos na ordem dos 7%, em relação ao cenário atual.

keywords

waste management, municipal waste, biodegradable municipal waste strategies, waste management, collection, management indicators, home composting, composting municipal

abstract

In a panorama location, increased population density in urban areas in recent years is one of the predominant causes for the progressive increase of the production of urban waste (UW). In this context it is up to municipalities to devise strategies that promote efficient management and sustainable development of activities related to the management of UW, which promotes source reduction and encourage reuse and recycling as well as their appreciation. The collection of UW is a task of great complexity where many factors interact coating is highly sensitive both for citizens and for local authorities. However the current budgetary constraints that are felt in the country require municipalities to seek an effective cost reduction without degrading the quality of service.

Based on a case study given by the city of Aveiro, this work aims to create management models collection urban solid waste (USW) to reduce management costs and simultaneously improve the environmental performance of the municipality, including increased participation of citizens. For this purpose have been proposed and evaluated three scenarios for the administration of USW: scenario 0, which corresponds to the baseline; scenario 1 for the management model PERSU II and scenario 2 for separating organic urban waste.

The analysis of the current situation shows that the cost of services of waste collection and cleaning of streets account for about 70% of the total cost of managing these wastes. The current cost of the collection service varies between rural and urban routes: € 33.33. $hab^{-1}.year^{-1}$ and € 36.58 $hab^{-1}.year^{-1}$.

The application of GIS representation tool allowed us to analyze the performance of the service to collect and calculate a significant number of management indicators, essential to the evaluation of different scenarios / models.

The results showed that scenario 2 is the most advantageous to both the economic level, whether the environmental level, a reduction of costs in the order of 7%, compared to the current scenario.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABELAS

Lista de abreviaturas

ACV – Análise Ciclo de Vida

AMU - Áreas medianamente urbanas

ANR – Autoridade Nacional de Resíduos

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

APR – Área Predominantemente Rural

APU – Área Predominantemente Urbanas

ARR – Autoridade Regional de Resíduos

CCDR – Comissão Cooperação e Desenvolvimento Regional

CDR – Combustivel Derivado de Resíduos

CE – Comunidade Europeia

DQR – Diretiva-Quadro dos Resíduos

EM – Estados-Membros

ENRRUBDA – Estratégia Nacional para a redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis depositados em aterro

ETAR – Estação Tratamento de Águas Residuais

GPS- Global Position System

HORECA – Hotelaria, Restauração e Cantinas

INE – Instituto Nacional de Estatística

LER – Lista Europeia de Resíduos

OAU – Óleos alimentares usados

PAA – Programa de ação em matéria de ambiente

PAYT – Pay-as-you-throw

PCIP – Prevenção e Controlo Integrados da Poluição

PERH – Plano Estratégico Gestão de Resíduos Hospitalares

PERSU – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Urbanos

PESGRI – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais

PIB – Produto Interno Bruto

PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas

PNAPRI – Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais

PNR – Plano Nacional dos Resíduos

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

REEE – Resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos

RU – Resíduo Urbano

RU – Resíduo Urbano Indiferenciado

RUB – Resíduo Urbano Biodegradável

SBD – Sistema base de dados

SGRU – Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

SMA – Serviços Municipalizados de Aveiro

TMB – Tratamento mecânico biológico

UE – União Europeia

VFV – Veículos em fim de vida

Nomenclatura

C_{Lj}	Custo da higienização e manutenção dos contentores no percurso j	[€.ano^{-1}]
C_{rj}	Custo anual da recolha indiferenciada no percurso j	[€.ano^{-1}]
C_{Tj}	Custos anuais totais com a gestão de RU no percurso j	[€.ano^{-1}]
C_{ROj}	Custos anuais da recolha de RUB no percurso j	[€.ano^{-1}]
d_G	Distância da garagem ao 1º ponto no jésimo percurso	[km.perc^{-1}]
d_L	Distância média entre locais de recolha no jésimo percurso	[km.local^{-1}]
d_R	Distância efetiva de recolha no jésimo percurso	[km.perc^{-1}]
d_{SCF}	Distância total de recolha no jésimo percurso	{km.perc^{-1}]
d_T	Distância de transporte de transporte de ida e volta ao local de despejo no jésimo percurso	[km.perc^{-1}]
D_{SCFJ}	Distância total de recolha por tonelada de RU no percurso j	[km.ton RU^{-1}]
D_{rj}	Distância efetiva de recolha por tonelada de RU no percurso j	[km.ton RU^{-1}]
D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	[hab.km^{-2}]
FE_d	Fator de emissão de CO2 eq do gasóleo	[kg CO2eq.GJ^{-1}]
f_{cj}	Fração volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	[m^3 RU.m^{-3}cont]
f_i	Frequência semanal da recolha de RU	[sem^{-1}]
f_{dj}	Fração de distância efetiva da recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	[km.km^{-1}]
f_{tj}	Fração de tempo efetivo da recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso j	[h.h^{-1}]
H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	[hab.cont^{-1}]
h_j	Número de habitantes servidos	[hab]
h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	[hab.aloj^{-1}]
L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	[L.ton RU^{-1}]
L_k	Consumo especifico médio de gasóleo por quilómetro	[L.km^{-1}]
m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	[ton RU.km^{-1}]
m_{tj}	Massa de RU recolhida por hora efetiva no percurso j	[ton RU.h^{-1}]
M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	[ton RU.m^3 cont^{-1}]
m_{Lj}	Massa de RU recolhida por local de recolha no percurso j	[ton RU.local^{-1}]
M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	[ton RU.dia^{-1}]
M_{doj}	Massa média diária de RUB recolhida no jésimo percurso	[ton RUB.dia^{-1}]
M_{sj}	Massa média de RU recolhida por semana no jésimo percurso	[ton RU.sem^{-1}]
M_{soj}	Massa média de RUB recolhida por semana no jésimo percurso	[ton RUB.sem^{-1}]
M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	[ton RU.sem^{-1}.cont^{-1}]
M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	[ton RU.ano^{-1}]
M_{aoj}	Massa anual de RUB recolhido no jésimo percurso	[ton RUB.ano^{-1}]

N_{sMJ}	Contentores a recolher por 1000 habitantes por semana no jésimo percurso	[cont.1000hab^{-1}.sem^{-1}]
N_{cj}	Nº de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso.	[cont.km^{-1}]
PAC_j	Potencial de alterações climáticas unitário no percurso j	[kg CO_2eq.ton RU^{-1}]
PCI_d	Poder Calorifico Inferior do gasóleo do veiculo de recolha	[GJ/ton d]
P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	[kg RU.hab^{-1}.dia^{-1}]
P_{doj}	Capitação diária de produção de RUB por habitante no percurso j	[kg RUB.hab^{-1}.dia^{-1}]
P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	[kg RU.hab^{-1}.sem^{-1}]
P_{soj}	Capitação semanal de produção de RUB por habitante no percurso j	[kg RUB.hab^{-1}.sem^{-1}]
P_{sMj}	Capitação semanal de RU por 1000 habitante e semana no percurso j	[ton RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}]
P_{sMoj}	Capitação semanal de RUB por 1000 habitante e semana no percurso j	[ton RUB.1000hab^{-1}.sem^{-1}]
$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	[ton RU.oper^{-1}. h^{-1}]
Q_{hab}	Consumo médio diário de água por habitante	[L H_2O.hab^{-1}.dia^{-1}]
R_{Taj}	Receitas anuais totais (considerando somente setor doméstico no percurso j	[€.ano^{-1}]
Ta_r	Tarifa paga pelo serviço de recolha de RU	[€.ton RU^{-1}]
Ta_T	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RU	[€.ton RU^{-1}]
T_{aTO}	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RU com o TMB	[€.ton RU^{-1}]
T_{aRO}	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RUB na unidade de compostagem	[€.ton RUB^{-1}]
Ta_L	Tarifa mensal paga pelo serviço de lavagem/manutenção de contentores de recolha de RU	[€.m^{3}cont^{-1}.mês^{-1}]
$Ta_{fixa,aloj}$	Tarifa fixa de RU para setor doméstico	[€.aloj^{-1}]
Ta_{var}	Tarifa variável de RU para setor doméstico	[€.m^{-3} H_2O]
t_D	Tempo de despejo da carga do veiculo de recolha	[h.perc^{-1}]
t_R	Tempo efetivo de recolha no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
t_{R1}	Tempo de viagem entre locais sucessivos no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
t_{R2}	Tempo de carga e descarga de cada contentor no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
t_T	Tempo de transporte de ida e volta ao local de despejo no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
t_G	Tempo da garagem ao 1º ponto no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
t_K	Tempo que um veículo demora a percorrer um quilómetro	[h.km^{-1}]
t_{SCF}	Tempo total de recolha no jésimo percurso	[h.perc^{-1}]
$T_{SCF,ton}$	Tempo total do percurso por tonelada recolhida	[h.ton RU^{-1}]
$T_{R,ton}$	Tempo efetivo do percurso por tonelada recolhida	[h.ton RU-1]
V_{scj}	Volume médio de RU recolhidos por semana e por contentor no percurso j	[m^3 RU.sem^{-1}.cont^{-1}]

V_{cij}	Volume do iésimo contentor de um dado percurso j	[m^3cont.$cont^{-1}$]
V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	[m^3cont]
V_{vj}	Capacidade volumétrica do veículo de recolha do jésimo percurso	[m^3veic]
vr_j	Velocidade produtiva de recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	[$km.h^{-1}$]
V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	[m^3 RU.dia^{-1}]
V_{jo}	Volume médio diário de RUB recolhida no jésimo percurso	[m^3 RUB.dia^{-1}]
V_{cj}	Volume de RU recolhidos por contentor no percurso j	[m^3 RU.$cont^{-1}$]
w	Fracção de tempos mortos	[-]
ρ_{RU}	Massa volúmica de RU alocados no contentor	[kg RU.m^{-3}]
ρ_{RUB}	Massa volúmica de RUB alocados no contentor	[kg RUB.m^{-3}]
ρ_d	Massa Volúmica do gasóleo	[kg d.m^{-3}]

SUBSCRITOS

i – referido a contentores

j – referido a percurso (ou veículo)

aloj – referido a alojamento

cont – referido a contentor

veic – referido a veículo

sem – referido a semana

perc – referido a percurso

hab – referido a habitantes

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ambiente tornou-se ao longo dos últimos tempos um dos temas centrais das políticas nacionais e internacionais. Em causa está a manutenção das condições necessárias à nossa sobrevivência, a nossa qualidade de vida e a continuidade da biodiversidade do planeta. A forma como são geridos os recursos e os resíduos têm uma grande influência na qualidade do ambiente.

Na Antiguidade, o Homem, sendo nómada, era um elemento subordinado à Natureza, estando sempre exposto aos acontecimentos climáticos. Mais tarde, conseguiu organizar-se em comunidades e enfrentar os obstáculos que lhe eram impostos pelo meio, fato este reforçado com a descoberta do fogo, e com elas técnicas advindas do trabalho e das ferramentas que lhe eram modificadas e adaptadas para facilitar e otimizar as suas interferências com o ambiente. A relação do homem com a Natureza, sofre uma inversão de forças, uma vez que o homem cria em si o sentimento de posse dos recursos e deles poderá usufruir sem critérios de gestão sustentável, uma vez que não tinham conhecimentos que estes eram finitos.

O equilíbrio do homem com a natureza, sofre maior impacto com a revolução científica e Industrial, por conta do aumento da extração desenfreada de matérias-primas e da produção de resíduos lançados sem critério e qualquer preocupação com o ambiente.

A sociedade na altura, não se preocupava com a degradação ambiental até ao momento em que as suas consequências começaram a atingir sensivelmente a qualidade de vida, uma vez que a qualidade dos recursos naturais também fora comprometida.

A organização do saneamento urbano começou por razões de saúde pública e manteve-se até aos anos sessenta do século passado, em que fruto do crescimento das infra-estruturas, começaram a ser perceptíveis problemas ambientais que até então eram desconhecidos: a eutrofização, as alterações climáticas, a depleção de recursos, etc. Percebeu-se que os problemas ambientais afinal não eram só problemas locais, mas colocavam-se à escala global do planeta. Percebeu-se assim a necessidade de que o desenvolvimento deve ser sustentável. Atualmente afigura-se essencial uma visão mais abrangente que exige a responsabilidade de cada ator no dia-a-dia, como o empresário que organiza, o trabalhador que opera, o cidadão que colabora nos seus gestos do dia-a-dia.

As motivações para a gestão de resíduos têm vindo a alterar-se ao longo do tempo, reconhecendo que essas motivações dependem do estado de desenvolvimento económico e social das sociedades. Essas motivações ou necessidades são: (a) a saúde pública, que é a motivação mais antiga, mas ainda com significado atual nos países mais quentes; (b) a protecção do ambiente tendo em vista prevenir a emissão de poluentes para a atmosfera, a água e a contaminação dos solos; (c) os resíduos como fonte de recursos, ou seja de matérias-primas e energia; (d) o fecho

do ciclo dos materiais para evitar as perdas, ou seja a necessidade de prevenir e reciclar (hierarquia dos procedimentos de gestão), entendida atualmente como gestão de recursos; (e) a responsabilidade da gestão pelos municípios e a cooperação intermunicipal para melhoria da gestão; (f) a necessidade da participação, a educação e o envolvimento dos cidadãos no processo de decisão.

No início do processo de integração europeia, os principais objectivos ambientais estavam centrados na economia, e os tratados iniciais que cimentaram a União Europeia (UE) - Tratado de Paris e Tratado de Roma- não continham referências específicas à protecção do ambiente. É disto exemplo, o facto de ter sido apenas introduzido numa disposição genérica do Tratado de Roma, fundamentalmente direcionado para assegurar uma competição justa entre países no mercado comum, um alerta que visava evitar o “dumping ambiental”.

Foi na Cimeira de Paris de 1972 que os Estados-membros (EM) da Comunidade Europeia (CE) salientaram a necessidade de políticas relacionadas com a protecção do ambiente. Neste contexto, surgiu o 1º Programa de Acção em matéria de Ambiente (PAA) da Comunidade Europeia (1973-76), que incluiu uma referência aos princípios da precaução e do poluidor-pagador e salientou a importância da prevenção dos impactes ambientais na origem e a racionalização da utilização dos recursos naturais.

Nessa época, os agentes de decisão económica e política, como as indústrias e os governos, encaravam o ambiente numa perspectiva de “business-as-usual” e os alvos do melhoramento do desempenho ambiental eram os processos de fabrico. Para as empresas, as estratégias ambientais eram fundamentalmente reativas resultando geralmente na tomada de medidas de remediação de danos, ao invés de estratégias preventivas.

A gestão integrada de resíduos surge como uma alternativa estratégica para o desenvolvimento sustentável a partir do momento em que propõe mudanças de comportamento dos cidadãos através de programas de educação ambiental.

A gestão de resíduos é um setor de importância fulcral quer para a economia portuguesa, quer para a europeia. O setor de gestão e reciclagem de resíduos na UE é bastante dinâmico, mas continua a oferecer oportunidades económicas com vasto potencial para expansão. Em 2008, o seu volume de negócios de 145 mil milhões de euros representou cerca de 1% do PIB da UE e 2 milhões de postos de trabalho. O cumprimento da política da União ajudaria a criar um setor com 2,4 milhões de postos de trabalho e um volume de negócios anual total de 187 mil milhões de euros. (Eurostat, 2012)

As estatísticas do ambiente do EUROSTAT mostram o desenvolvimento da produção de RU e tratamento na UE de 1995 a 2009. Estas incluem uma análise das evidências de forma a quebrar o vínculo entre a produção de riqueza material e à produção de resíduos. Além disso, são percetíveis as diferenças nos processos gestão de RU utilizadas pelos países do EURO-27.

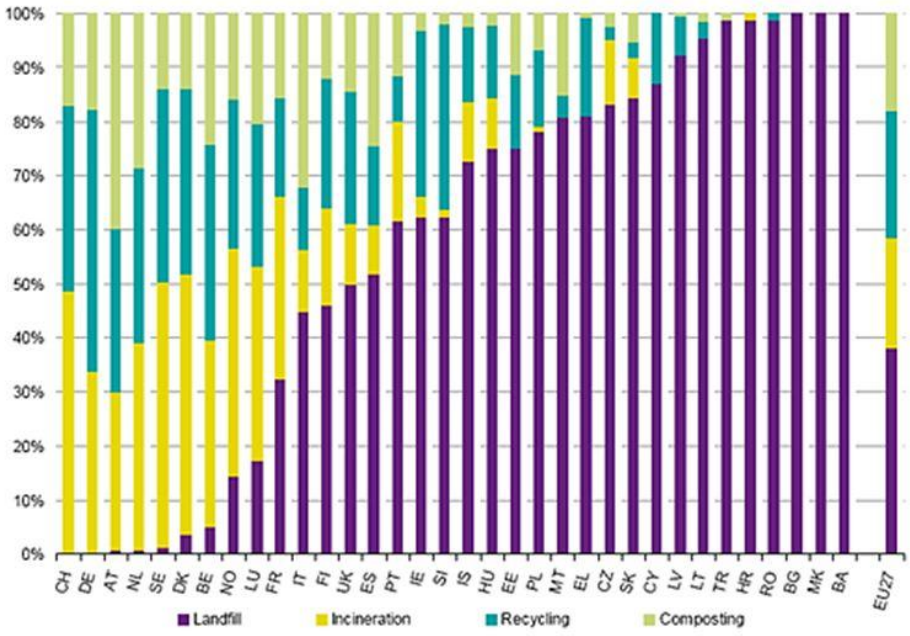


Figura 1.1 – Destino dos RU nos países do EURO-27 (Eurostat, 2012)

Vários países estão muito avançados em desviar os resíduos urbanos dos aterros, muitas vezes, devido à implementação de medidas para reduzir a deposição em aterro de resíduos urbanos, tais como a Suíça, Alemanha, Holanda, Suécia, Áustria, Dinamarca e Bélgica que têm vindo a relatar taxas de eliminação de RU em aterro abaixo de 5%.

Na Suécia e na Dinamarca, houve uma proibição da deposição em aterro de resíduos de combustível desde 2002 e 1997 respectivamente. O lixo tem que ser reciclado, tratado por digestão anaeróbia ou incinerados. Esta estratégia dá a estes dois países, as maiores taxas de incineração de resíduos urbanos na UE-27, com 49% e 48%, respectivamente, acompanhada apenas pela taxa de incineração da Suíça (49%). Principalmente, os países com taxas baixas de aterro tiveram maior participação combinada de reciclagem e compostagem de incineração.

As taxas de deposição em aterro na Holanda caíram na década de 1990 como resultado da compostagem, reciclagem e incineração de resíduos urbanos. A redução ocorreu quando a eliminação direta de resíduos urbanos indiferenciados, foi proibida a partir de 2003, resultando em apenas 4 kg por resíduos sólidos urbanos depositados em aterro diretamente capita em 2009. Na Suécia, os valores depositados em aterro caíram de 64 kg per capita em 2003 para 7 kg per capita em 2009, após a introdução de uma proibição de deposição de material orgânico em aterro em 2005.

Na Alemanha, a deposição em aterro foi reduzida progressivamente ao longo da última década, principalmente pela reciclagem, tratamento mecânico biológico e incineração Esta queda deve-se à proibição de deposição de RU não tratado em aterros, que entrou em vigor em 30 de junho de

2005. Da mesma forma, a Áustria tem permitido a deposição em aterro apenas para pré-tratamento de resíduos desde 2004. Como resultado, a deposição em aterro diminuiu de 28% em 2003 para 1% em 2009. A taxa de incineração aumentou em conformidade de 11% para 29% no mesmo período. Entre os chamados antigos Estados-Membros, as taxas de deposição em aterro referentes a 2008 foram mais elevadas na Grécia (81%), Portugal (62%), Irlanda (62%) e Espanha (52%).

As maiores taxas de reciclagem foram relatados por Alemanha (48%, 274 kg per capita), Suécia (36%, 171 kg per capita) e Bélgica (36%, 175 kg per capita), enquanto a Áustria (40%, 235 kg por capita) e Holanda (28%, 144 kg per capita) relataram as maiores ações de compostagem.

Irlanda e Grécia são os únicos "antigos" Estados-Membros, sem instalações de incineração de resíduos urbanos, embora a Irlanda relata 4% de incineração em 2009, que foi quase que exclusivamente atribuída a co-incineração de combustíveis derivados, mas também a utilização de madeira como combustível e utilização de óleos e gorduras comestíveis no processamento de biodiesel. A Irlanda conseguiu reduzir a quantidade de resíduos urbanos em aterros consideravelmente desde 2001 por cerca de 25%, graças ao forte progresso na reciclagem.

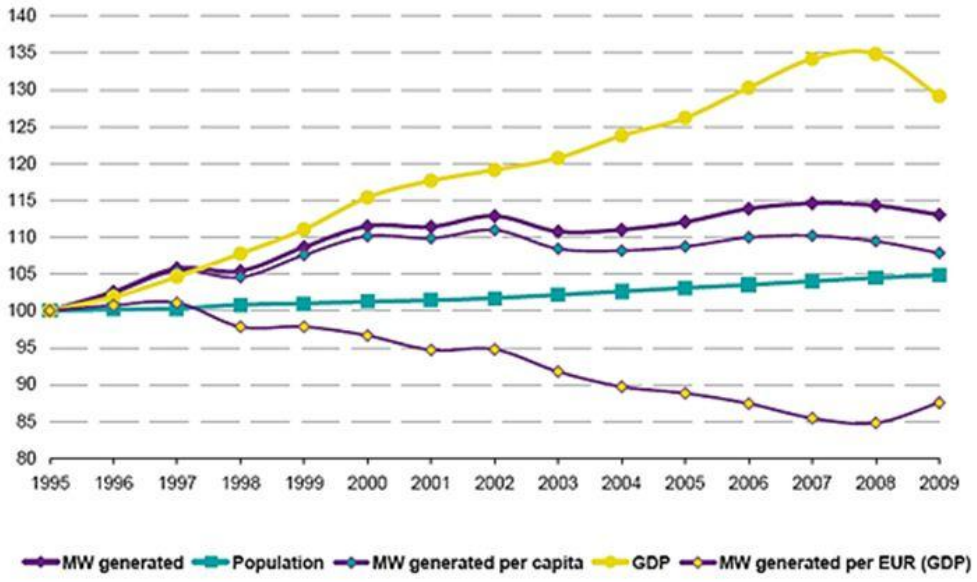


Figura 1.2 - Avanço da produção de RU na UE-27 (Eurostat, 2012)

Na é possível observar a evolução da produção de RU na UE-27, de 1995 a 2009, bem como a evolução da população, do Produto Interno Bruto (PIB) e da relação entre a produção de RU e o PIB. Consta-se que, embora sofrendo algumas oscilações pontuais, a produção de resíduos tem aumentado, acompanhando o crescimento populacional. Contudo, e talvez fruto das políticas de ambiente e de soluções tecnológicas mais evoluídas, a razão entre RU e o PIB tem vindo a diminuir, isto é, produz-se menos resíduos por unidade de PIB. Este tem sido um dos grandes

objectivos da atual política comunitária em matéria de gestão de resíduos, ou seja, desacoplar a geração de resíduos do crescimento económico.

Dados de 2010, da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), referem que em Portugal no ano 2010 se produziram 5,18 milhões de toneladas de resíduos urbanos, sendo cerca de 84,6% de residuos urbanos indiferenciados (RU) e 15,3% de recolha seletiva. A capitação anual desta quantidade é de 511kg/hab, sendo 1,4 kg/hab.dia em média.

Em termos quantitativos, em 2010, foram encaminhados para aterro cerca de 3,333 milhões de toneladas de RU, o que equivale a aproximadamente 62,7% dos resíduos produzidos, sendo valorizados energeticamente cerca de 1,058 milhões de toneladas de RU, o que corresponde a 19,9% do total de resíduos gerados e encaminhados para valorização orgânica aproximadamente 395 mil toneladas, ou seja, 7,4% dos RU produzidos. Foram encaminhados para valorização material, 533 mil toneladas, i.e., 10% do total de RU produzidos.

Aliado a este aumento da quantidade de RU produzidos, observa-se uma preocupação, cada vez maior, com a gestão ambiental e com a conservação dos recursos naturais. A construção da sustentabilidade depende do modo como são utilizados estes recursos naturais. Os resíduos começam a ser, cada vez mais, olhados como matéria-prima possível de ser aproveitada, poupando assim a utilização de matérias-primas virgens e energia, perdendo a antiga conotação de desperdício/custo.

A prevenção da produção de resíduos é da máxima prioridade em qualquer sistema de gestão de resíduos, sendo um dos principais objectivos da Directiva-Quadro Resíduos (DQR) fomentar a prevenção, reutilização e a reciclagem, e evitar a eliminação através de incineração ou deposição em aterro. As decisões tomadas e as acções praticadas deverão ser tecnicamente responsáveis mas também economicamente viáveis.

Portugal tem registado nas últimas duas décadas progressos consideráveis neste domínio, resultantes da implementação e aplicação de instrumentos legais, de planeamento e económico-financeiros. O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), aprovado em 1997, configurou-se como o instrumento de planeamento de referência na área dos resíduos urbanos em Portugal, e, embora muitas metas não fossem atingidas, o balanço global foi positivo.

No entanto a politica de gestão deve seguir as linhas definidas no PERSU II avançando também com a elaboração de planos municipais e regionais, estando a criação destes planos já prevista na Lei-Quadro dos resíduos, tendo como objetivo adequar a gestão de resíduos às condições de cada município, cada região, envolvendo para tal todas as forças locais e contemplando uma gestão integrada de todos os resíduos produzidos nesse município/região.

1.1. MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA

Em Portugal, o aumento da produção de resíduos e a falta de infraestruturas adequadas para o seu tratamento, levou a que o problema começasse a ser encarado com maior responsabilidade. A remoção dos resíduos tornou-se tarefa prioritária e o seu destino final adquiriu grande importância. A descarga em lixeiras foi substituída por outros métodos mais adequados, nomeadamente o tratamento e valorização de algumas componentes.

Deixou-se de falar em lixo para se passar a falar em resíduos, o que mais que uma troca de terminologia, representa uma mudança na perspectiva a ter dos resíduos, passando-se de algo que, por já não ter valor, se procura eliminar, para algo que, terminada a sua utilidade como produto, se torna agora num novo recurso a ser reencaminhado para nova valorização e integração numa cadeia económica

Num panorama local, o aumento da densidade populacional nas zonas urbanas, nos últimos anos é uma das causas preponderantes para o aumento progressivo da produção de RU. Neste âmbito cabe aos municípios traçar estratégias que promovam uma gestão eficiente e sustentável das atividades inerentes à gestão de RU, que fomente a redução na fonte e estimule a reutilização e reciclagem bem como a sua valorização.

A recolha de resíduos urbanos é uma tarefa de grande complexidade onde interage um elevado número de factores revestindo-se de elevada sensibilidade quer para os cidadãos quer para as autarquias. Contudo as restrições orçamentais que se fazem sentir obrigam a reequacionar o problema no sentido de procurar a redução dos custos efetivos sentidos pelas autarquias sem degradar a qualidade do serviço prestado de forma que possa afetar significativamente a necessidade da manutenção da higiene pública

A recolha e o transporte assumem um papel de extrema relevância de todo o sistema de gestão de resíduos, devido essencialmente ao facto de ser uma das componentes mais dispendiosas deste, por estas envolverem uma série de recursos materiais e humanos, podendo representar entre 50% a 70% dos custos totais do sistema de gestão de RU. (Santos, 2011)

Estas fases estão associadas diretamente à imagem do serviço para com os seus utilizadores, devendo sempre assegurar a correta e adequada remoção de resíduos através de operações de valorização/eliminação.

O modo de recolha dos resíduos, o tipo de material a recolher, o tipo de sistema de remoção contentor/viatura, a frequência e horário de recolha, tem consequências a vários níveis, nomeadamente nas demais componentes do sistema, e nas atitudes e conduta dos utentes.

A sustentabilidade dos sistemas de gestão passa pela definição de procedimentos que visem a melhoria do desempenho operacional, económico e ambiental dos sistemas de gestão em baixa dos resíduos.

Desta forma, a análise de percursos dos sistemas de gestão de recolha de RU, torna-se de extrema importância, através da determinação de indicadores e utilização de ferramentas de suporte SIG. Toda esta análise terá de ter em conta, obrigatoriamente as características da população, da estrutura urbana, das quantidades produzidas/recolhidas e dos resíduos produzidos na área a intervir e das opções técnicas e operacionais alternativas

1.2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No âmbito de contacto prévio foi manifestado pelos Serviços Municipalizados de Aveiro (SMA) interesse na melhoria da gestão do serviço de higiene urbana do município de Aveiro, que inclui o serviço de recolha de resíduos urbanos indiferenciados e a limpeza de arruamentos, com repercussões ao nível da redução das quantidades a gerir, da redução dos custos de gestão e aumento dos níveis de participação dos munícipes na gestão dos resíduos domésticos.

Este trabalho visa a criação de um modelo/processo de gestão da recolha dos RU de forma a reduzir os custos de gestão e, em simultâneo, a melhorar o desempenho ambiental dos municípios e contribuir para o estabelecimento de critérios (económicos, ambientais e sociais) para a elaboração de especificações contratuais de recolha de RU, limpeza de contentores, limpeza de arruamentos e gestão de outros resíduos de âmbito municipal.

Os objetivos específicos centram-se na determinação dos indicadores de recolha relativos aos diferentes percursos do serviço de recolha de RU do município de Aveiro, por forma a identificar situações susceptíveis de melhoria do serviço atual, nomeadamente: a capacidade da infraestrutura de alocação, a frequência do serviço, os percursos de recolha, os contratos de prestação de serviço, a localização de contentores e ainda propor a reorganização dos actuais percursos e a criação de um novo fluxo de bioresíduos bem como desenvolver um modelo de gestão para este fluxo

Para o efeito foi elaborada e desenvolvida uma metodologia de trabalho, que assentou nas seguintes fases:

- Recolha e organização de informação relativa ao serviço de recolha de RU nas várias freguesias do município de Aveiro.
- Tratamento e análise da informação recolhida.
- Aplicação de um modelo de base de dados, nomeadamente:
    - Análise e tratamento da informação registada (cadastro de ecopontos e contentores)
    - Organização em sistema de bases de dados ACESS e ArcGIS.

- Cálculo de indicadores de gestão.

Para alcançar os objetivos propostos o trabalho encontra-se estruturado em 7 capítulos:

No capítulo 1 é feito um enquadramento genérico do trabalho, definidos os principais objetivos e a metodologia a implementar bem com a organização da dissertação.

No capítulo 2 é feita a abordagem à problemática da gestão de resíduos no contexto nacional e europeu, identificando as linhas orientadoras da política nacional e europeia de gestão de resíduos, fazendo referência às estratégias de gestão, planos de gestão e de prevenção existentes, aspetos económico-financeiros.

No capítulo 3 é feita a caraterização do município de Aveiro, descrevendo a sua localização geográfica, demografia e dinâmica populacional, estrutura urbanística e rede viária, caraterização socioeconómica, estrutura urbana e o modelo de gestão de RU existente no município.

No capítulo 4 é descrita a metodologia do trabalho, onde se definem os objetivos gerais, a seleção dos dados a monitorizar, o trabalho de campo realizado e quais os meios necessários bem como a forma de tratamento de resultados.

No capítulo 5 é feita a apresentação e discussão dos resultados obtidos.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais, sugestões e no capítulo 7 as referências bibliográficas.

2. PLANEAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS

O planeamento da gestão de resíduos é um instrumento importante na aplicação de políticas e regulamentos relativos a resíduos. A sua correta gestão deve iniciar-se logo pela prevenção no pressuposto de que o que não é produzido não necessita de ser gerido. A minimização da produção de resíduos e Na diminuição da sua perigosidade devem adquirir a máxima prioridade em qualquer plano de gestão de bioresiduos. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

O planeamento da gestão de resíduos é obrigatório no espaço da União Europeia, nos termos da Directiva 2008/98/CE, de 19 de Novembro de 2008, a "Directiva resíduos", que obriga os Estados membros a elaborar Programas de Prevenção de Resíduos que se constituam como instrumentos de planeamento. O sector dos resíduos é considerado um serviço de interesse geral pelo que obedece a um conjunto de princípios de onde se destacam a universalidade de acesso, a continuidade e a qualidade de serviço, a eficiência e a equidade de preços. Simultaneamente, a complexidade das soluções necessárias ao seu desenvolvimento e a exigência de investimentos avultados, com longos períodos de recuperação do capital e com um elevado grau de imobilização contribuem em larga medida para as características de monopólio natural do sector, onde se registam custos de produção significativamente inferiores quando existe uma única entidade gestora para prestar esses serviços em cada região. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Os resíduos constituem um desafio ambiental, social e económico para todos os países. A necessidade de diminuir a produção de resíduos e de assegurar a sua gestão sustentável tornou-se numa questão de cidadania. A designação de resíduos urbanos é um termo que abrange os resíduos de origem doméstica referentes aos materiais mais variados, nomeadamente restos orgânicos (comida, aparas de jardins), resíduos de materiais de embalagem, papel, etc. e até pequenas quantidades de resíduos perigosos (como as pilhas ou restos de tintas), mas também para os resíduos provenientes do sector de serviços ou de estabelecimentos comerciais ou industriais e de unidades prestadoras de cuidados de saúde, desde que tenham uma natureza ou composição afim dos domésticos. A quantidade e natureza de resíduos urbanos produzidos por cada cidadão é variável e depende de um grande número de parâmetros. Há um conjunto de fatores de natureza física, individual e social, económica e tecnológica, legal que condicionam a natureza e a quantidade de resíduos num dado local e num dado instante. Depende do nível de vida da população, do movimento da população, da época do ano, do modo de vida da população entre outros. O conhecimento da composição, quantidade e distribuição espacial dos resíduos urbanos torna-se de grande importância para as tomadas de decisão e a opção dos sistemas de tratamento. A publicação da Portaria n.º 851/2009, de 7 de Agosto aprovou as normas técnicas relativas à caracterização de RU, designadamente a identificação e quantificação dos resíduos correspondentes à fracção caracterizada como reciclável, estabelecendo para tal as diversas categorias

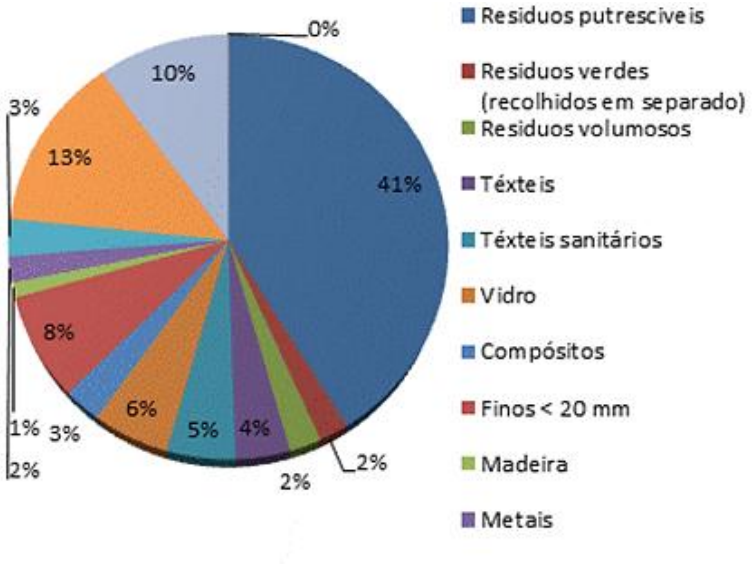


Figura 2.1 – Caraterização macroscópica dos resíduos urbanos produzidos em Portugal no ano 2010 (APA, 2011)

Da análise da Figura 2.1 constata-se que cerca de 41% dos resíduos produzidos são bioresíduos, isto é resíduos de jardim biodegradáveis, resíduos alimentares e resíduos putrescíveis. Na Tabela 2.1 apresenta-se a caracterização de RU depositados em aterro e incinerados, respectivamente.

Tabela 2.1 – Composição dos resíduos depositados em aterro e incinerados no ano 2010 (APA, 2011)

Destino / Residuo	Aterro	Incineração
Residuos putrescíveis	42,80%	42,23%
REEE	0,18%	0,23%
Vidro	3,67%	4,73%
Madeira	1,45%	0,74%
Metais	1,99%	1,99%
Outros residuos	25,38%	25,73%
Papel/cartão	13,73%	14,25%
Plástico	10,76%	10,03%
Pilhas e Acumuladores	0,04%	0,07%

Da análise direta do declarado pelos sistemas de gestão de resíduos urbanos resulta que cerca de 75% dos resíduos urbanos depositados em aterro correspondem a resíduos potencialmente recicláveis. O mesmo se verifica na caracterização dos resíduos urbanos incinerados. De notar no entanto que, nem todos os resíduos teoricamente recicláveis o poderão ser na realidade, admitindo a Portaria n.º 851/2009 que, em média, apenas 55% do somatório das subcategorias de resíduos identificados no quadro n.º 4, do anexo da mesma, são efectivamente recicláveis, prevendo ainda a revisão desta percentagem com base na evolução do estado da arte na matéria.

A produção total de RU em Portugal Continental, no ano 2010, foi aproximadamente de 5,184 milhões de toneladas, tendo-se verificado uma diminuição de cerca de 0,03% em relação ao ano de 2009.

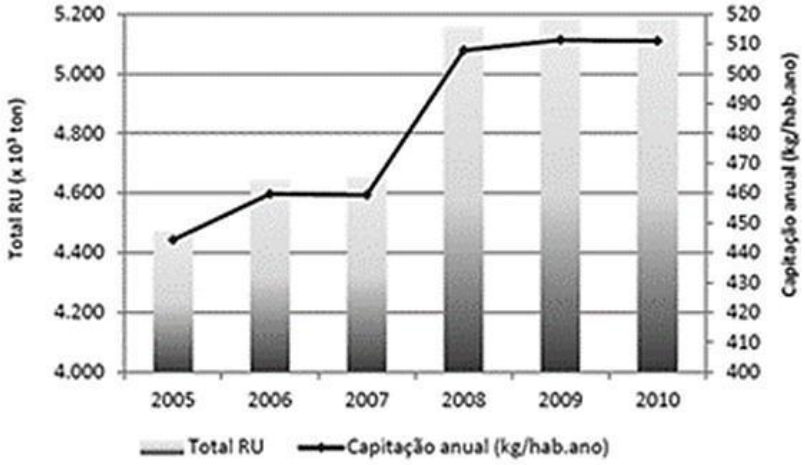


Figura 2.2 – Evolução da Produção total de RU e a capitação anual, para Portugal Continental no período de 2005 – 2010 (APA, 2011)

No que se refere à quantidade de resíduos produzidos por habitante, verifica-se, através da Figura 2.2, que a capitação anual em 2010 foi de 511 kg/hab.ano, o que corresponde a uma produção diária de RU de cerca de 1,4 kg por habitante.

Tabela 2.2 – Produção total de RU, por regiões, em 2010 (APA, 2011)

Região	Recolha Indiferenciada	Recolha seletiva
Norte	31,93%	4,78%
Centro	16,77%	2,17%
Lisboa e Vale do Tejo	38,47%	7,61%
Alentejo	6,10%	1,07%
Algarve	6,73%	2,45%

Verifica-se pela análise da Tabela 2.2 que a região que mais contribui a nível de recolha indiferenciada e seletiva é a de Lisboa e Vale de Tejo, motivado pelo maior número de habitantes. Na área de intervenção da ERSUC, verifica-se que o município de Aveiro contribui com cerca de 6.79% do total de RU sendo o que menos contribui o município de Castanheira de Pera (0.26%) e o que mais contribui o município de Coimbra (17.07%).

2.1. ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO E LEGISLATIVO

Em 1975 surgiu a primeira Directiva Quadro dos Resíduos (DQR), Directiva n.º 75/422/CEE, de 15 de Julho. Esta requeria aos EM a "elaboração de um ou mais planos de gestão" dos seus RU. Os seus principais objectivos eram o cumprimento das medidas de estratégia quanto à prevenção e à valorização, o respeito pela saúde humana e pelo ambiente, incluindo a "(…) proibição do abandono, descarga em lixeira e outros destinos finais não controlados" e o estabelecimento de uma rede integrada e adequada de instalações de tratamento e destino final "tendo em conta as circunstâncias geográficas e a necessidade de instalações especiais para certo tipo de resíduos".

Desde então que a legislação europeia, relativa ao ambiente em geral, e em particular ao sector dos resíduos, tem evoluído no sentido de reforçar as regras de controlo ambiental e a exigência de cumprimento de novos objectivos e metas para a gestão dos RU.

A última DQR, mais precisamente a Directiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, que revoga as Directiva n.º 75/438/CEE, n.º 91/689/CE e n.º 2006/12/CE, foi recentemente transposta pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, e tem como objectivo reforçar a hierarquia de prioridades para a gestão de resíduos, introduzindo um novo conceito, o da "preparação para a reutilização".

Neste, no artigo 7º, são definidas as seguintes metas a alcançar até 2020 (para todos os EM):

- Um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis

- Um aumento mínimo para 70% em peso relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material, incluindo operações de enchimento que utilizem resíduos como substituto de outros materiais, resíduos de construção e demolição não perigosos, com exclusão dos materiais naturais definidos na categoria 17 05 03 da Lista Europeia de Resíduos (LER).

O Artigo 4º da Directiva n.º 2008/98/CE refere que os EM ao aplicarem a hierarquia dos resíduos deverão incentivar as operações conducentes aos melhores resultados ambientais globais, em que para tal, pode ser necessário estabelecer fluxos de resíduos específicos que se afastem da hierarquia caso isso se justifique pela aplicação do conceito de ciclo de vida aos impactes globais da produção e gestão desses resíduos.

Além do Princípio da Prevenção e presente na Hierarquia de Gestão de Resíduos, existem outros princípios gerais bastante importantes na gestão dos resíduos, que pela sua importância plasmados no Decreto-Lei n.º178/2006 de 5 de Setembro. Um desses princípios é o Princípio da Responsabilidade pela Gestão que atribui ao produtor a responsabilidade pela gestão dos resíduos (exceção para resíduos urbanos cuja produção diária não exceda 1100 litros por produtor

passa para os municípios). Em caso de não ser determinado o produtor, o responsável é o detentor. Quando os resíduos provêm do exterior, são da responsabilidade de quem os introduziu no território nacional. A responsabilidade das entidades referidas extingue-se quando os resíduos são transmitidos a operador licenciado ou pela transferência para as entidades gestoras de fluxos específicos de resíduos. O tão conhecido Princípio do Poluidor-Pagador está em parte presente no Princípio da Equivalência descrito no artigo 10º, que refere que regime económico e financeiro das actividades de gestão de resíduos visa a compensação tendencial dos custos sociais e ambientais que o produtor gera à comunidade ou dos benefícios que a comunidade lhe faculta. O Princípio da Autossuficiência, refere que as operações de gestão de resíduos devem decorrer preferencialmente em território nacional, reduzindo ao mínimo possível os movimentos transfronteiriços de resíduos. A movimentação de resíduos destinada a eliminação noutro Estado, pertencente ou não ao espaço comunitário, pode ser limitada com fundamento na existência em território nacional de instalações de gestão adequadas para o efeito.

Figura 2.3 – Hierarquia de Gestão de Resíduos (APA & IST, 2011)

A gestão dos resíduos em Portugal tem em conta os modelos organizativos existentes e os resultados alcançados ao nível da sua produção, recolha e tratamento, mas também os documentos legais e estratégicos (nacionais e comunitários) que foram publicados na última década.

O quadro de legislação comunitária constitui a matriz de referência da gestão de resíduos a nível europeu, sendo complementado pelas acções desenvolvidas pelos Estados-membros e pelas autoridades regionais e locais.

Assim, a legislação europeia depois de adoptada é introduzida na legislação nacional dos vários EM, os quais podem estabelecer normas e procedimentos mais restritivos, se assim o

entenderem. Este foi o caso da legislação relativa aos pneus usados em Portugal. Os principais documentos legislativos nacionais e comunitários relacionados com a gestão de resíduos encontram-se listados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Legislação aplicável na área de gestão de RU

Tipo de Legislação	Legislação comunitária	Objecto	Legislação nacional
Geral	Directiva n.º 2000/532/CE de 3 de Maio Directiva n.º 2001/573/CE do conselho de 23 de Julho	Caracterização dos resíduos. Adota da Lista Europeia de Resíduos e as características de perigo atribuíveis aos resíduos	Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março
	Directiva 2001/7/CE de 29 de Janeiro Directiva 2003/28/CE de 7 de Abril	Aproximação das legislações dos estados membros respeitantes ao transporte rodoviário de mercadorias perigosas	Portaria nº 335/97 de 16 de Maio DL nº 267-A/2003 de 27 de Outubro
	Regulamento (CE) n.º 1013/2006 de 14 de Junho	Assegura o cumprimento das obrigações do Estado Português do Regulamento (CE) n.º 1013/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de Junho, relativo à transferência de resíduos	DL n.º 45/2008 de 11 de Março
	Directiva n.º 2004/35/CE, de 21 de Abril	Estabelece o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais, tendo em conta o princípio do poluidor-pagador	DL n.º 147/2008 de 29 de Julho
	Directiva 2008/98/CE de 19 de Novembro	Estabelecimento do regime geral de gestão de resíduos	DL nº 73/2011 de 17 Junho
	Directiva n.º 2008/1/CE de 15 de Janeiro	Estabelece o regime jurídico relativo à prevenção e controlo integrados da poluição	DL n.º 173/2008 de 26 de Agosto
	-	Estabelece o regime de constituição, gestão e funcionamento do Mercado Organizado de Resíduos (MOR)	Decreto-Lei n.º 210/2009 alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho

Tabela 2.4 - Legislação aplicável na área de operações de gestão de RU

Tipo de Legislação	Legislação comunitária	Objecto	Legislação nacional
Operações de gestão	-	Licenciamento de as operações de armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos	Portaria n.º 1023/2006 de 20 de Setembro
	Directiva n.º 1999/31/CE de 26 de Abril	Estabelece o regime jurídico da deposição e requisitos gerais na concepção, construção, exploração, encerramento e pós encerramento de aterros, bem como as classes de aterro	DL n.º 183/2009 de 10 de Agosto alterado pelo Decreto-Lei nº 84/2011, de 20 de Junho
	Directiva n.º 2000/76/CE de 4 de Dezembro	Estabelece o Regime legal da incineração e co-incineração de resíduos	DL n.º 85/2005 de 28 de Abril
	-	Estabelece o regime jurídico do licenciamento da instalação e da exploração dos centros integrados de recuperação, valorização e eliminação de resíduos perigosos, adiante designados por CIRVER	Decreto-Lei n.º 3/2004 de 3 de Janeiro

As políticas de gestão de resíduos revelam a importância da minimização da produção de resíduos, na sua gestão sustentável e na aplicação da responsabilidade do produtor/detentor do resíduo. Estes aspectos levam a que a responsabilidade pela gestão dos resíduos seja partilhada

por todos os intervenientes no seu ciclo de produção-comércio-consumo-pós-consumo procurando assim responsabilizar o produtor, dos produtos que quando descartados se transformam em resíduo, com o objectivo de reduzir a quantidade e perigosidade dos resíduos e garantir a sua retoma, reutilização, valorização ou eliminação.

O Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, alterado pelo DL nº 73/2011 classifica os resíduos de acordo com a sua origem, em resíduos de produção ou de consumo, resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos agrícolas, resíduos hospitalares e resíduos de construção e demolição e de acordo com as suas características em resíduos inertes e resíduos perigosos.

Este diploma define "fluxo de resíduos" como uma categoria de resíduos transversal a todas as origens, nomeadamente os fluxos de embalagens, o das embalagens de medicamentos e medicamentos fora de uso, o dos resíduos de embalagens de produtos fitofarmacêuticos, os óleos usados, os acumuladores e pilhas, os pneus usados, os veículos em fim de vida, os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, os óleos alimentares usados e os resíduos de construção e demolição.

A gestão dos fluxos específicos é assegurada por sistemas integrados de gestão que definem os procedimentos de gestão da sua deposição, recolha e tratamento com o objectivo de se obterem benefícios ambientais, optimização económica e aceitação social. O seu financiamento é assegurado pelos produtores, embaladores e importadores ao garantirem a contrapartida por cada produto colocado no mercado, em função do seu peso e material. Trata-se de um valor que procura cobrir os custos de recolha e/ou classificação de resíduos de embalagens, excluindo os custos retirados da recolha indiferenciada e da eliminação para aterro. As entidades gestoras dos sistemas integrados de gestão integram os diferentes intervenientes do sector e são responsáveis pela implementação de uma rede nacional de recolha e tratamento de resíduos e pelo cumpri mento de objectivos de gestão (tais como reutilização, reciclagem e valorização). Estas entidades gestoras são responsáveis pela aplicação dos correspondentes modelos económico-financeiros de gestão dos sistemas, garantindo o necessário equilíbrio entre receitas e despesas. São ainda responsáveis pelo desenvolvimento de acções de sensibilização e de Investigação e Desenvolvimento (I&D). (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Os fluxos específicos de resíduos com maior expressão nos vários tipos de resíduos (urbanos, industriais e hospitalares) são os resíduos de embalagens, incluindo as embalagens de medicamentos fora de uso e as embalagens de produtos fitofarmacêuticos, os óleos usados, os acumuladores e pilhas, os pneus usados, os veículos em fim de vida, os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, os óleos alimentares usados e os resíduos de construção e demolição. As entidades gestoras destes fluxos especiais de resíduos são a Sociedade Ponto Verde (embalagens), a Valormed (embalagens de medicamentos), a Valorfito (embalagens de fitofarmacêuticos), a Sogilub (óleos minerais usados), a Ecopilhas (pilhas e acumuladores), a

Valorpneu (pneus), a Valorcar (Veículos em Fim de Vida - VFV) e a Amb3E e ERP Portugal (Resíduos Eléctricos e Electrónicos - REEE). (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Tabela 2.5 - Legislação aplicável na área de fluxos específicos de gestão de RU

Tipo de Legislação	Legislação comunitária	Objecto	Legislação nacional
Fluxos específicos de resíduos	Directiva 2011/37/UE	Relativo à gestão de resíduos de Veículos em Fim de Vida (VFV)	Decreto-Lei nº1/2012, de 11 de Janeiro
	Directiva nº 2008/112/CE	Relativo à gestão de resíduos de Equipamentos Elétricos e eletrónicos (REEE)	Decreto-Lei nº 132/2010, de 17 de Dezembro
	Directiva nº2004/12/CE de 11 de Fevereiro	Relativa a gestão de embalagens e resíduos de embalagem	DL nº 366-A/97 de 20 de Dezembro com as alterações no DL nº 162/2000 de 27 de Julho
	Directiva 2006/66/CE	Relativo à gestão de resíduos de pilhas e acumuladores usados	Decreto-Lei n.º 6/2009 de 6 de Janeiro
	Directiva 75/439/CEE	Relativo à gestão de óleos minerais usados	Decreto-Lei n.º 153/2003 de 11 de Julho
	-	Relativo à gestão de Óleos alimentares usados (OAU)	Decreto-lei n.º 267/2009 de 29 de Setembro
	-	Relativo à gestão de pneus usados	Decreto-Lei n.º 111/2001, alterado pelo DL nº 43/2004 de 2 de Março
	-	Relativo à gestão de resíduos de construção e demolição (RCD)	Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março

Por outro lado, a própria UE reconheceu que a legislação comunitária em matéria de resíduos (que acaba vertida a nível dos vários EM) não facultaria o enquadramento geral suficiente para promover a sua prevenção e reciclagem motivo que levou à evolução para a nova Directiva-quadro sobre resíduos e de outros instrumentos legislativos recentes (ex. Directiva sobre Pilhas e acumuladores) ou em reavaliação (ex. Directiva sobre REEE).

O atual enquadramento, onde são definidos e formalizados os princípios, objectivos, acções e normas aplicáveis à gestão de resíduos, encontra-se assente em três grandes categorias: legislação transversal de gestão de resíduos, legislação referente a operações de gestão de resíduos (infra-estruturas de tratamento) e legislação referente a fluxos específicos de resíduos. Para além dos referidos documentos legais, existem outros, que não estando diretamente relacionados com o sector da gestão de resíduos, têm profundas implicações para este sector, como por exemplo, os Decretos-Lei referentes à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) e à responsabilidade ambiental. A gestão de resíduos a nível nacional tem vindo a ser dominada nos últimos anos por três áreas de intervenção: Melhoria das infra-estruturas de recolha e valorização de resíduos urbanos e equiparados; gestão de resíduos não urbanos como os industriais, e de outras origens como por exemplo os resíduos hospitalares e agrícolas, especialmente os perigosos e aplicação do conceito da responsabilidade alargada do produtor a fluxos específicos de resíduos.

A estas preocupações correspondem três modelos de gestão, de acordo com a responsabilidade que os diferentes agentes assumem na organização dos percursos de recolha e no encaminhamento dos resíduos para um destino final adequado. Estes modelos são genericamente o modelo dos resíduos urbanos, cuja gestão é da responsabilidade dos municípios, o modelo dos resíduos industriais ou de outros tipos de resíduos, em que a responsabilidade da gestão é do produtor/detentor dos resíduos e o modelo dos fluxos específicos de resíduos, transversais a todas as origens, no âmbito da aplicação do conceito de responsabilidade alargada do produtor, cuja responsabilidade é do produtor dos bens e encontra-se, na sua maior parte, assente em sistemas coletivos, ou seja, entidades gestoras, pese embora, não se exclua a possibilidade da gestão ser assegurada individualmente para vários fluxos de resíduos. Na Tabela 2.6 vêem descritos as entidades responsáveis pela Gestão de fluxos específicos de residuos.

Tabela 2.6 - Responsabilidade de gestão para cada origem principal e fluxos específicos de resíduos em Portugal (APA & IST, 2011)

	Tipologia/Fluxo especifico de resíduo	Responsabilidade	Entidades Gestoras	Perfil das entidades gestoras
Resíduos sectoriais	Resíduos Urbanos (RU) e equiparados	Municípios	Sistemas multimunicipais e intermunicipais	Públicas
	Resíduos Hospitalares (RH)	Municípios/Produtor	-	-
	Resíduos Industriais (RI)	Produtor	-	-
	Resíduos Agrícolas (RA)	Produtor	-	-
Fluxos específicos de resíduos e outros resíduos	Embalagens e resíduos de embalagem	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	SPV	Privadas, sem fins lucrativos
	Embalagens de medicamentos	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Valormed	Privadas, sem fins lucrativos
	Embalagens de produtos fitofarmacêuticos	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Sigeru	Privadas, sem fins lucrativos
	Pneus usados	RAP (Entidade gestora)	Valorpneu	Privadas, sem fins lucrativos
	Pilhas e acumuladores portáteis e industriais	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Ecopilhas	Privadas, sem fins lucrativos
	Pilhas e acumuladores de veículos automóveis e industriais	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Valorcar	Privadas, sem fins lucrativos
	Veículos em fim de vida			
	Resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Amb3E, ERP Portugal	Privadas, sem fins lucrativos
	Óleos minerais usados	RAP (Entidade gestora ou Sistemas Individuais)	Sogilub	Privadas, sem fins lucrativos
	Óleos alimentares *)	Municípios/Produtor	-	-
	Resíduos de construção e demolição	Municípios/Produtor	-	-
	Equipamentos com PCB	Produtor	-	-
	Lamas do tratamento de águas residuais	Produtor	-	-

Fruto de particular complexidade ou importância crescente em termos quantitativos e/ou qualitativos de alguns tipos de resíduos, designados por fluxos específicos de resíduos, foi concedida particular atenção à sua gestão, mediante a criação de legislação específica, a qual introduziu, em geral, uma corresponsabilização pela sua gestão, dos vários intervenientes no seu ciclo de vida. Na Tabela 2.7 vêem descritas as metas estabelecidas na legislação para reciclagem e valorização para os fluxos específicos de residuos.

Tabela 2.7 - Metas estabelecidas na legislação dos fluxos específicos de resíduos (APA, Caraterização da situação de fluxos especificos de resíduos em 2009, 2010)

Fluxo específico de resíduos	Metas					
	Prazo	Meta de recolha	Meta de reutilização e preparação para reutilização	Meta de regeneração	Meta de reciclagem	Meta de valorização
Resíduos de Embalagens	31 Dezembro 2005	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	25%	55%
	31 Dezembro 2011	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	55% Este valor deverá corresponder à reciclagem material, com metas sectoriais mínimas de reciclagem de: - 60% para resíduos de embalagens de papel/cartão e de vidro; - 50% para metais; - 22,5% para plásticos - 15% para madeira.	60%
Óleos Usados	31 Dezembro 2004	70% dos óleos usados, gerados anualmente	Não aplicável	Não aplicável	50% dos óleos usados recolhidos	A valorização da totalidade dos óleos usados recolhidos e não sujeitos a reciclagem.
	31 Dezembro 2016	45% das pilhas e acumuladores portáteis	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	26 Setembro 2011	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	65% (em massa) das pilhas e acumuladores de chumbo-ácido, incluindo a reciclagem do mais elevado teor possível de chumbo, que seja tecnicamente viável, evitando simultaneamente custos excessivos. 75% (em massa) das pilhas e acumuladores de níquel-cádmio, incluindo a reciclagem do mais elevado teor possível de cádmio, que seja tecnicamente viável, evitando simultaneamente custos excessivos. 50% (em massa) de outros resíduos de pilhas e acumuladores.	Não aplicável
	Não aplicável	100% das baterias e acumuladores industriais e baterias e acumuladores para veículos automóveis	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Veículos em Fim de Vida	1 Janeiro 2006	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Reutilização e reciclagem de todos os VFV no mínimo de 80% em peso, em média, por veículo e por ano	Reutilização e valorização de todos os VFV no mínimo de 85% em peso, em média, por veículo e por ano

Fluxo específico de resíduos	Metas					
	Prazo	Meta de recolha	Meta de reutilização e preparação para reutilização	Meta de regeneração	Meta de reciclagem	Meta de valorização
	31 Dezembro 2016	45% das pilhas e acumuladores portáteis	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
	26 Setembro 2011	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	65% (em massa) das pilhas e acumuladores de chumbo-ácido, incluindo a reciclagem do mais elevado teor possível de chumbo, que seja tecnicamente viável, evitando simultaneamente custos excessivos. 75% (em massa) das pilhas e acumuladores de níquel-cádmio, incluindo a reciclagem do mais elevado teor possível de cádmio, que seja tecnicamente viável, evitando simultaneamente custos excessivos. 50% (em massa) de outros resíduos de pilhas e acumuladores.	Não aplicável
	Não aplicável	100% das baterias e acumuladores industriais e baterias e acumuladores para veículos automóveis	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Veículos em Fim de Vida	1 Janeiro 2006	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Reutilização e reciclagem de todos os VFV no mínimo de 80% em peso, em média, por veículo e por ano	Reutilização e valorização de todos os VFV no mínimo de 85% em peso, em média, por veículo e por ano
	1 Janeiro 2015	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Reutilização e reciclagem de todos os VFV no mínimo de 85% em peso, em média, por veículo e por ano	Reutilização e valorização de todos os VFV no mínimo de 95% em peso, em média, por veículo e por ano

Se para alguns fluxos de resíduos foi criada legislação específica introduzindo, para além de uma coresponsabilização dos vários intervenientes, um modelo económico baseado na responsabilidade do produtor, para outros (os fluxos emergentes), ainda se encontra em estudo a viabilidade e oportunidade em se enveredar por essa via, dos quais se destacam as fraldas Descartáveis e resíduos de consumíveis informáticos. (APA & IST, 2011)

2.2. POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS

O Sexto Programa Comunitário de Acção em matéria de Ambiente, intitulado “Ambiente 2010: o nosso futuro, a nossa escolha”, cobre o período decorrente entre 22 de Julho de 2002 e 21 de Julho de 2012. Este programa inspira-se no Quinto Programa-Quadro de acção em matéria de Ambiente, que abrangia o período compreendido entre 1992 e 2000, e na decisão relativa à sua revisão.

O programa estabeleceu objectivos para o período de 2001 a 2010 para um futuro um pouco mais longínquo. A chave para o bem-estar a longo prazo, na Europa e em todo o mundo, é o “desenvolvimento sustentável”: encontrar modos de melhorar a qualidade de vida sem causar

danos ao ambiente, às gerações futuras ou às populações tanto dos países ricos como dos países em desenvolvimento.

Este programa dava bastante enfâse à abordagem estratégica relacionada com novos desafios ambientais da atualidade, procurando influenciar as decisões adoptadas nos círculos empresariais, políticos e sociais e ultrapassando a abordagem meramente legislativa.

Este assentava em 5 eixos estratégicos essenciais:

- Melhoria da aplicação da legislação em vigor
- Integração do ambiente nas restantes políticas
- Colaboração com o mercado
- Implicação dos cidadãos e alteração do seu comportamento
- Foque no ambiente na área de planeamento e ordenamento do território

O objectivo era garantir que o consumo de recursos renováveis e não renováveis não ultrapasse os limites do que o ambiente pode suportar, dissociando o crescimento económico da utilização dos recursos, melhorando a eficácia da sua utilização e diminuindo a produção de resíduos. No que respeita aos resíduos, o objectivo específico é reduzir o seu volume final em 20 % até 2010 e em 50 % até 2050.

As acções a realizar são as seguintes:

- Elaboração de uma estratégia para a gestão sustentável dos recursos, estabelecendo prioridades e reduzindo o consumo.
- Fiscalização da utilização dos recursos.
- Eliminação das subvenções que promovem a utilização excessiva dos recursos.
- Integração do princípio da utilização eficaz dos recursos no âmbito da política integrada de produtos, dos sistemas de atribuição do rótulo ecológico, dos sistemas de avaliação ambiental, etc.
- Elaboração de uma estratégia para a reciclagem dos resíduos.
- Melhoria dos sistemas existentes de gestão dos resíduos e investimento na prevenção quantitativa e qualitativa.
- Integração da prevenção dos resíduos na política integrada de produtos e na estratégia comunitária relativa às substâncias químicas.

O Sexto Programa de Acção em Matéria de Ambiente previu ainda, a adoção de sete estratégias temáticas sobre a poluição atmosférica, o meio marinho, a utilização sustentável dos recursos, a prevenção e reciclagem dos resíduos, a utilização sustentável dos pesticidas, a protecção dos solos e o ambiente urbano.

Contrariamente ao que se verificou no passado, estas estratégias baseiam-se numa abordagem global, por tema, e não em certos poluentes ou tipos de actividade económica. Fixam objectivos a longo prazo, baseados na avaliação dos problemas ambientais, bem como na procura de uma sinergia entre as diferentes estratégias e com os objectivos de crescimento e de emprego da estratégia de Lisboa. Permitem igualmente simplificar e clarificar a legislação existente.

A Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos surge comunicada à Comissão Europeia em 2005, com vista a reduzir os impactes ambientais gerados pela má gestão dos resíduos ao longo do seu ciclo de vida. Esta abordagem permite considerar cada resíduo, não apenas como uma fonte de poluição a reduzir, mas também como um recurso potencial a explorar.

De forma a se alcançar o objetivo, propôs-se a introdução da análise do ciclo de vida (ACV) na definição das políticas de gestão de RU e da legislação no âmbito da UE. A combinação de medidas de promoção de prevenção, reciclagem e reutilização dos resíduos tornou-se necessária de modo a permitir a redução do impacto ao longo do ciclo de vida.

A abordagem centrada no ciclo de vida foi integrada na legislação da UE através da clarificação dos objectivos da directiva-quadro relativa aos resíduos, para que estes tomem explicitamente em consideração a perspectiva do ciclo de vida.

A referida estratégia prevê a concessão de incentivos ao sector da reciclagem, tendo em vista a reintrodução dos resíduos no ciclo económico, sob a forma de produtos de qualidade, minimizando simultaneamente o impacto ambiental negativo dessa reintrodução

A Estratégia Temática de Proteção do Solo apresentada em 2005, pretende colocar o solo ao lado da água e do ar como meios ambientais que devem ser protegidos para o futuro. O solo é simultaneamente essencial para a existência humana e afetado pelas actividades do Homem. Para desenvolver uma estratégia de protecção do solo, a Comissão adotou uma abordagem pragmática dirigida, em primeiro lugar, para o ajustamento das políticas existentes com relevância para o solo, com uma vertente preventiva através do desenvolvimento de nova legislação ambiental e uma vertente de integração nas políticas sectoriais com especial relevância para o solo. A protecção do solo tem uma dimensão nacional e comunitária, exigindo que os Estados-Membros apliquem as políticas nacionais e comunitárias pertinentes. Esta estratégia aborda o empobrecimento das terras aráveis relativamente às matérias orgânicas, principalmente devido à utilização abusiva das explorações agrícolas e aos modelos de cultura intensiva. O composto representa uma fonte de matérias orgânicas. Utilizadas como corretores de solos, estas contribuem para melhorar a drenagem das águas, aumentar a capacidade de retenção da água e dos nutrientes e desempenham o papel de regulador de pH. Permitem ainda regular a

temperatura, controlar a erosão, melhorar o arejamento, erradicar determinados problemas fitossanitários, libertar lentamente os nutrientes para o solo, aumentar a capacidade de troca de catiões dos solos arenosos, lutar contra a desertificação e as inundações. As decisões resultantes da necessidade de minimizar a deposição de resíduos orgânicos biodegradáveis (RUB) em aterro, sobretudo para diminuir a ocupação de volume em aterro e a produção de biogás, odores e lixiviados e consequentes impactes, e de passar a encarar os resíduos como recursos, conduziram ao estabelecimento da Estratégia Nacional para a Redução dos RUB depositados em aterro (ENRRUBDA). Esta estratégia pressupõe que deve ser feita uma gestão separada deste tipo de resíduo, visto representarem cerca de 60% do total de resíduos produzidos, apostando na reciclagem orgânica por digestão anaeróbia e compostagem. (Lopes, 2008).

Na Tabela 2.8 vêem descritos os limites de exposição de residuos em aterro defenido na ENRRUBDA.

Tabela 2.8 - Limites de deposição de RUB em aterro (Lopes M. V., 2008)

Data	% Admissível (*)	Quantidade admissível (x 10^6 ton)
Janeiro de 2006	75	1,6
Janeiro de 2009	50	1,0
Janeiro de 2016	35	0,7

(* Em peso, relativamente ao quantitativo de RUB produzidos em 1995)

Esta estratégia define a necessidade de serem aumentados e desenvolvidos sistemas de recolha seletiva de fração orgânica de RU, devendo em 2016 ser recolhida a totalidade dos resíduos orgânicos produzidos e devidamente reciclados, sendo que em todas as Instalações de triagem deverão ter uma linha de valorização de orgânicos resultantes da recolha seletiva deste resíduo

Figura 2.4 – Principais ações a desenvolver – ENRRUBDA (Lopes M. V., 2008)

A nível europeu existem atualmente politicas e estratégias de gestão deste resíduo, nomeadamente na Alemanha e Áustria onde cerca de 75% dos RUB são recolhidos separadamente e compostados, muito embora em países como a Grécia, Irlanda e Reino Unido esta percentagem seja inferior a 10%.

Tabela 2.9 - Estado da situação da recolha seletiva de RUB para compostagem, nos paises europeus. (ACRRGSR, 2005)

País	Política em matéria de bio-resíduos
Áustria, Bélgica (Flandres), Alemanha[93], Suíça, Luxemburgo, Itália[94], Espanha (Catalunha), Suécia, Holanda	Política implantada à escala nacional e/ou internacional. Valorização de 80% dos resíduos orgânicos recolhidos selectivamente, principalmente por compostagem. A Áustria, a Alemanha e a Holanda atingem ou ultrapassam actualmente uma capacidade específica de compostagem de 100 kg/habitante/ano.
Dinamarca, Reino Unido, Noruega, Bélgica (Valónia)	Enquadramento político, qualitativo e organizacional parcial para a recolha selectiva e a compostagem
França, Finlândia	Estratégias no ponto de partida
Espanha, Grécia, Irlanda, Portugal	Estratégias locais que consistem principalmente em realizar a compostagem dos resíduos urbanos recolhidos indiferenciadamente, sem esforço de desenvolvimento de recolhas selectivas
Eslováquia[95]	01/01/2006 : Os resíduos **verdes** devem ser triados na origem 01/01/2010 : Triagem na origem de 5 fracções, incluindo os resíduos de **cozinha**

A implementação de uma recolha seletiva requer esforços ou investimentos suplementares por parte das autoridades locais e dos cidadãos. Contudo, um aumento dos custos de recolha e das despesas ligadas às atividades de sensibilização podem ser compensados com vantagens e economias em estádios posteriores, especialmente uma diminuição dos custos de tratamento. A recolha seletiva permite ainda produzir um composto de qualidade superior na sua duração, elemento determinante quando o sistema tem por objetivo gerar um produto comerciável. (ACRRGSR, 2005)

Os investimentos aprovados para a gestão dos resíduos biodegradáveis podem igualmente gerar compensações económicas a nível de outros fluxos de resíduos municipais. Por exemplo, a recolha seletiva de resíduos biodegradáveis e de resíduos não-recicláveis permitem a longo prazo reduzir a frequência de recolha destes últimos. Por outras palavras, a gestão da fracção doméstica dos resíduos biodegradáveis deve ser encarada e o seu custo avaliado no contexto mais abrangente do conjunto dos custos de gestão dos fluxos de resíduos urbanos, da recolha à deposição em aterro.

Um estudo realizado por Eunomia para a Comissão Europeia (2001) 123 concluiu que os custos de recolha dos resíduos não recicláveis na Europa podiam variar entre 40 e 120 € por tonelada,

enquanto que os custos de recolha porta-a-porta dos materiais compostáveis oscilam entre 40 e 160 € por tonelada.

O mesmo relatório calcula que os custos da recolha seletiva comparados com os da recolha dos resíduos não recicláveis são superiores a 0% a 25%.

Em particular, o aumento dos custos resultante da introdução de um sistema de recolha porta a-

- A recolha regular e a interceção eficaz dos resíduos alimentares permite reduzir a frequência da recolha dos resíduos não recicláveis.
- Os veiculos de recolha para os resíduos alimentares não necessitam de sistemas de compactagem e são, como tal, menos dispendiosos.
- A organização de recolhas de resíduos biodegradáveis estimula a recolha seletiva dos outros fluxos (e vice-versa).

Diferentes estudos realizados em Itália e em Espanha demonstraram que a introdução de sistemas de recolha porta-a-porta de resíduos biodegradáveis não levava obrigatoriamente a um aumento dos custos.

No âmbito do Relatório Técnico da ACR+ no âmbito da redução de resíduos orgânicos a nível municipal, são definidas no seu Anexo 2 estratégias sobre como lidar com os resíduos orgânicos. São definidos 5 cenários de gestão que existem atualmente desde o cenário de pior gestão, isto é sem qualquer separação de RUB na origem ao cenário ideal. Na Tabela 2.10 vem descrita a percentagem de RUB no RU de alguns países da UE.

Tabela 2.10 – Percentagem de resíduos orgânicos presentes no RU de países da UE (ACR+, 2008)

Country	Percentage organic material (%) (year)	
Austria	29	(1991)
Belgium	48 Flanders	(1996)
Denmark	37	(1994)
Finland	35	(1998)
France	29	(1993)
Germany	32	(1992)
Greece	49	(1987/1993)
Ireland	29	(1995)
Ital	32 - 35	(1999)
Luxembourg	44	(1994)
Netherlands	46	(1995)
Portugal	35	(1996)
Spain	44	(1996)
Sweden	40	(1996)
UK	22	(1997)
EU Average	**32**	

Uma pesquisa entre 23 municípios da Europa, levou a ACR +a perceber que a recolha seletiva de RUB varia 21-227 kg/habitante com uma média de 95 kg por habitante. Dez dos 23 municípios recolhem 100 kg / habitante ou mais. Cinco destes recolhem mais de 125 kg por habitante.

A Figura 2.5 apresenta os resultados desta análise. Este também ilustra as diferenças entre os residuos de cozinha e os de jardim para determinadas cidades.

Na Itália, por exemplo, a contribuição de resíduos alimentares por si só porta-a-porta varia de 60 a 90 kg por habitante por ano. Relativamente aos resíduos verdes variam entre 30 a 150 kg por habitante e por ano. Em 2004, a proporção média de RUB (resíduos verdes e resíduos de cozinha) dentro do resíduo urbano da Áustria foi de 37% ou seja 63 kg/habitante e por ano. Além disso, 67 kg de RUB (por habitante e ano) foram recolhidos separadamente por famílias. Assim, a soma da quantidade de resíduos orgânicos gerados na Áustria é de cerca de 130 kg/habitante e ano (sem considerar a compostagem doméstica).

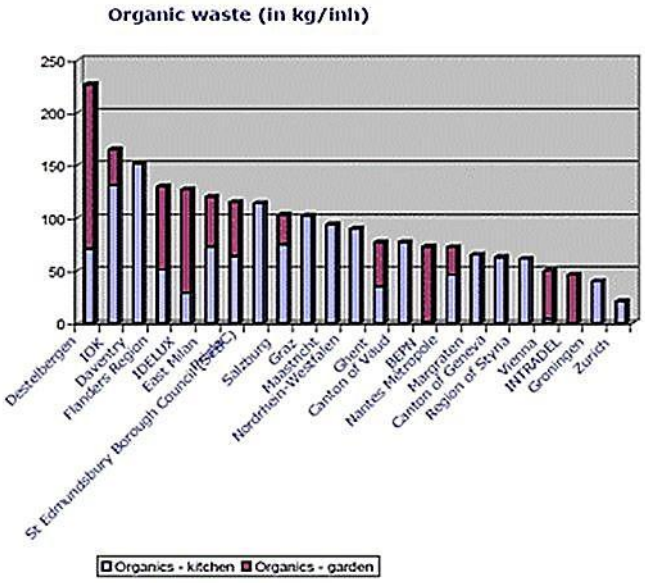


Figura 2.5 – Recolha seletiva de resíduos orgânicos (cozinha e jardim) nos 23 municípios analisados pela ACR+ (ACR+, 2008)

As estatísticas do programa de ação de recursos e resíduos (WRAP) mostram que 35% das famílias do Reino Unido com jardins, fazem compostagem doméstica, sendo os mais velhos os que estão mais cientes dos benefícios da compostagem e a realizam. Pelo contrário as famílias mais jovens, estudantes e com menos recursos económicos, têm fraca adesão pois poucos têm jardins ou interesse em Jardinagem.

Segundo este relatório técnico, o objetivo é alcançar a gestão de acordo com o cenário da Figura 2.7. O cenário definido na Figura 2.6 ainda é o predominante nalguns municípios mas o que se procura reverter rapidamente.

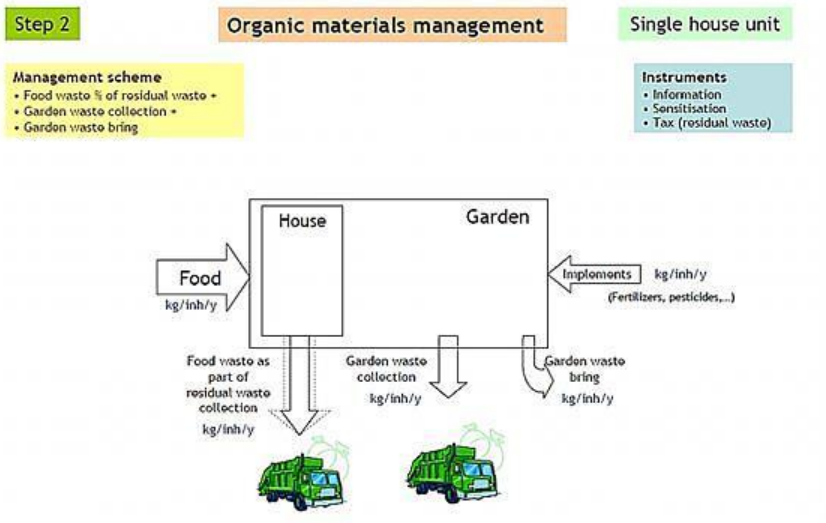


Figura 2.6 – Cenário de gestão atual maioritário de RUB (ACR+, 2008)

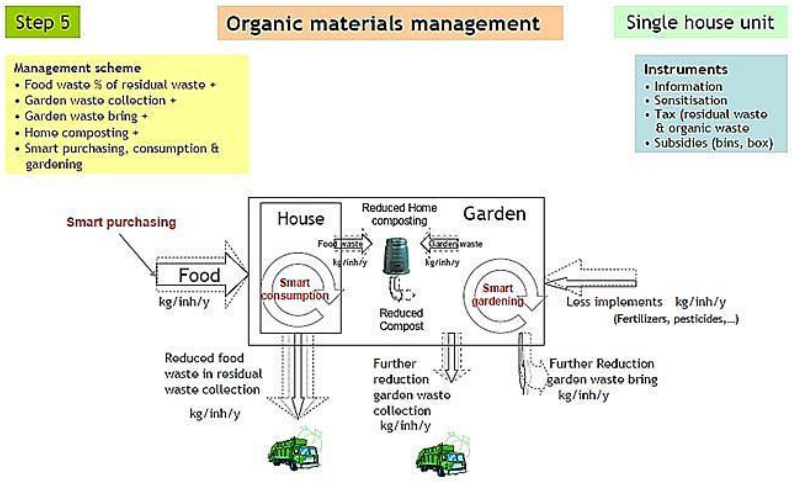


Figura 2.7 Cenário de gestão ideal de RUB (ACR+, 2008)

A estratégia integrada de recolha seletiva dos resíduos orgânicos, da LIPOR está em funcionamento desde Outubro de 2004, possuindo um centro de compostagem com capacidade de 60.000 toneladas/ano. Recebe resíduos orgânicos recolhidos seletivamente. As recolhas seletivas são implementadas progressivamente à volta de quatro grandes fluxos de resíduos biodegradáveis:

- Resíduos verdes (jardins, parques, cemitérios);
- Restaurantes e similares (estabelecimentos hoteleiros, bares, cantinas);
- Mercados, feiras e centros de processamento e/ou distribuição de produtos frescos;

- Fração putrescível proveniente dos percursos de recolha seletiva porta-a-porta junto de habitações

No âmbito da estratégia definida de Valorização Orgânica, a LIPOR tem vindo a implementar diversos projetos, com o objetivo de remover seletivamente a fração orgânica presente nos resíduos domésticos e junto dos grandes produtores, nomeadamente restauração, mercados e hipermercados, cooperativas agrícolas, unidades industriais de processamento de produtos alimentares, etc.

2.3. PLANOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS

No âmbito da diretiva nº75/442/CEE de 15 de Julho), foi preparado um projeto de Plano Nacional de Resíduos (PNR) de Julho 1995, serviu de fundamento para o apoio da UE, através do Fundo de Coesão, à construção de novas infra-estruturas de tratamento e destino final.

Este projeto previa a elaboração de um plano nacional e quatro planos sectoriais, cada um dos quais para cada uma das categorias de resíduos identificadas (urbanos, hospitalares, industriais e agrícolas). Assim é elaborado o Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU). O PERSU, aprovado em 1997, configurou-se como o instrumento de planeamento de referência na área dos resíduos urbanos em Portugal, e, embora muitas metas não fossem atingidas, o balanço global foi positivo. No âmbito do Decreto-lei nº 239/97 de 9 de Setembro, foram publicados o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Sólidos Hospitalares (PERH) em 1998 e o Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais (PESGRI) referente a 1999-2001. Em 2001 é publicado o Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI). Foi publicado o PERSU II para o período 2007-2016, que prevê a revisão das estratégias PERSU e ENRRUBDA, e a sua elaboração pretende, ainda, dispor de orientações e objectivos claros, bem como de uma estratégia de investimento que confira coerência, equilíbrio e sustentabilidade à intervenção dos vários agentes envolvidos.

O referido plano baseia-se nos princípios do poluidor-pagador; da precaução e da acção preventiva; e da correção da poluição na fonte, princípios que têm como finalidade garantir maior eficiência na utilização dos recursos e uma melhor gestão de recursos e resíduos.

O PERSU II tem com linhas orientadoras estratégicas: reduzir, reutilizar, reciclar; separar na origem; minimizar a deposição em aterro; ”Waste to Energy” para a fracção “resto” (não reciclável); informação validade em tempo útil; redução das emissões de gases com efeito de estufa assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto e concretizadas no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

São definidos objectivos e metas para o horizonte 2007-2016, para o cumprimento da “Directiva Aterro” e “Directiva Embalagens”, bem como a afetação dos sistemas de tratamento de RU à prossecução desses objectivos.

As operações de gestão apresentadas no âmbito do PERSU II integram-se nas seguintes tipologias: Instalação, remodelação ou ampliação de unidades de tratamento mecânico e/ou biológico (TMB), incluindo separação mecânica e/ou valorização orgânica por digestão anaeróbia e/ou compostagem; infra-estruturas complementares de TMB, designadamente, unidades de compostagem de verdes, estações de transferência, unidades de valorização de biogás de digestão anaeróbia, unidades de valorização das frações de refugo, incluindo para a produção de combustível derivado de resíduos (CDR); acções de âmbito nacional tendo em vista a redução da produção de RU e a mobilização dos cidadãos para a separação de resíduos na origem.

- Desvio dos RUB de aterro (Decreto – lei nº 183/2009 de 10 de Agosto)
- Reciclagem e valorização de resíduos de embalagem
- Redução das emissões com efeito de estufa (assumida no Protocolo de Quioto e concretizada no PNAC, Resolução de Conselhos de Ministros nº 104/2006 de 23 de Agosto)
- Redução quer da quantidade de resíduos produzidos, quer da sua perigosidade (Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU) para o período 2009-2016, Despacho nº 3227/2010 de 22 de Fevereiro).

Em Portugal já existem centrais de TMB a operar com RSU que apresentam problemas no que diz respeito à qualidade que o “composto” produzido apresenta, bem como limitações à qualidade e quantidade dos materiais recuperados destinados a valorização material (reciclagem), nomeadamente em termos de contaminações, não se percebendo, assim, que os critérios que estão na base da seleção da tecnologia TMB no âmbito do PERSU II sejam a reciclagem material, a produção de um resíduo estabilizado biologicamente e eventualmente de “composto”. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

O PERSU II é omisso em relação a critérios de qualidade do composto. De facto, o “composto” destinando-se a ser aplicado no solo, apresenta um potencial de contaminação por metais, que deriva da origem indiferenciada dos RU, pelo que o destino mais provável deste produto é a aplicação como material de cobertura em aterros. Os estudos de suporte do PERSU II consideram que o modelo TMB deverá cumprir as metas de RUB para eliminação por aterro da fracção residual dos resíduos. Contudo, não havendo qualidade no produto do TMB, o respectivo destino final é a eliminação em aterro ou a incineração. O PERSU II não refere a necessidade de continuar a construir aterros, mas a necessidade de construir novas estruturas é já uma realidade. Espera-se que as novas estruturas tenham uma duração efetiva de acordo com os respectivos projetos, sabendo-se que não deverão receber resíduos industriais. O modelo proposto no PERSU II, baseado em TMB, de preferência por digestão anaeróbia, aponta para uma concentração dos actuais sistemas multimunicipais para viabilizar as infra-estruturas de tratamento a construir e que

serão pouco mais de uma dezena. No PERSU II há o entendimento de que os actuais sistemas multimunicipais de gestão de RU são uma escala pequena para a gestão dos RU, propondo o redimensionamento para sistemas 500 000 habitantes. Presume-se que há interesse em sistemas de larga escala na área da gestão de RU desaparecendo, praticamente o papel dos municípios e subordinando-os de uma forma clara aos sistemas multimunicipais. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

O PERSU II propõe uma aposta forte na produção CDR com origem em resíduos indiferenciados. O processo "mass-burning" é contido exclusivamente às actuais incineradoras, pretendendo-se que as actuais incineradoras façam a expansão das respectivas capacidades de tratamento, se necessário mas para utilização de CDR. A valorização energética de resíduos, independentemente da tecnologia e da origem desses resíduos, está sujeita às normas legais de emissão da incineração de resíduos (Decreto-Lei n.º 85/2005, de 28 de Abril), pelo que o eventual utilizador de CDR deve investir em sistemas de tratamento de efluentes e de resíduos de incineração. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Por outro lado é necessário ter a consciência que a co-incineração de biomassa e CDR dá origem a cinzas volantes que necessitam de ser geridas como resíduos perigosos. A co-incineração é, assim, uma forma de diluição inaceitável de acordo com o princípio da precaução.

A utilização de CDR em cimenteiras terá interesse se apresentar conteúdo calorífico suficiente, um teor em cloro e metais alcalinos muito limitado e, em particular, se se tratar de biomassa. Para este efeito, a produção de CDR deverá assentar em tipologias específicas de resíduos (ex. biomassa), para o que certos resíduos industriais são os mais indicados, nomeadamente os resíduos de biomassa provenientes, por exemplo, madeira. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Embora o PERSU II refira que é indispensável a participação dos cidadãos, a verdade é que não promove um novo paradigma em matéria de novas atitudes face aos resíduos nomeadamente incentivando a gestão domiciliária de RUB. Os RUB desviados do circuito de RU para a realização da compostagem "caseira" não deverão contar para o efeito do cumprimento das metas impostas. Trata-se de um pressuposto não fundamentado e injustificado cuja aplicação prejudica em vários sentidos o interesse nacional. Poder-se-á dizer que o modelo de gestão preconizado no PERSU II é um modelo centralizador, criado na óptica da gestão de resíduos a partir de sistemas multimunicipais. Há ainda a considerar que o aumento de escala proposto se traduz num esforço adicional de transporte necessário para envio dos RU às centrais de TMB. Tradicionalmente os maiores custos de gestão de RU estão na recolha, mas é de esperar que os custos de tratamento venham a subir de forma muito significativa, referindo-se valores que vão dos 40 a 70€/ton RU. O esforço adicional de transporte necessário para envio dos RU às centrais de TMB pode fazer com que os custos de gestão de uma tonelada de resíduos ascendam aos 100€. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

A existência de uma entidade gestora a nível nacional que desenvolvesse os procedimentos de gestão adequados e descentralizados dos RUB, contemplando a sua recolha e tratamento separada dos outros resíduos, teria a vantagem de obter um produto final de qualidade, capaz de valorizar os solos portugueses, desviando-os de aterro e evitando, desta forma, a sua saturação e a formação de gases e lixiviados altamente poluentes. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Neste contexto, tendo por base os objectivos comunitários em matéria de prevenção de resíduos, estabelecem -se no PPRU os objectivos nacionais, definem -se prioridades, identificam -se os fluxos de resíduos e os actores chave e apresenta -se uma estratégia nacional de prevenção de resíduos urbanos à qual se associa o correspondente plano de acção e monitorização. Com a adopção do PPRU pretende -se contribuir para o alcance de um dos principais objetivos da política de ambiente: a dissociação da produção de resíduos do crescimento económico, o qual se pretende continuar a promover desde que seguindo os elevados padrões de sustentabilidade. Pretende propor mecanismos, metas e acções para a operacionalização e monitorização da prevenção de resíduos produzidos em Portugal e tem como principal objetivo reduzir a quantidade e a perigosidade dos resíduos produzidos, Este programa trabalha quatro cenários alternativos para o período 2009-2016:

- Cenário Otimista através da redução de 21% da capitação
- Cenário Moderado através da redução de 10% da capitação
- Cenário PERSU II através da redução de 1,4% da capitação
- Cenário “BaU” (“*business-as-usual*”) através de um aumento de 1,9 % da capitação

Na Figura 2.8 é representada graficamente a evolução dos cenários

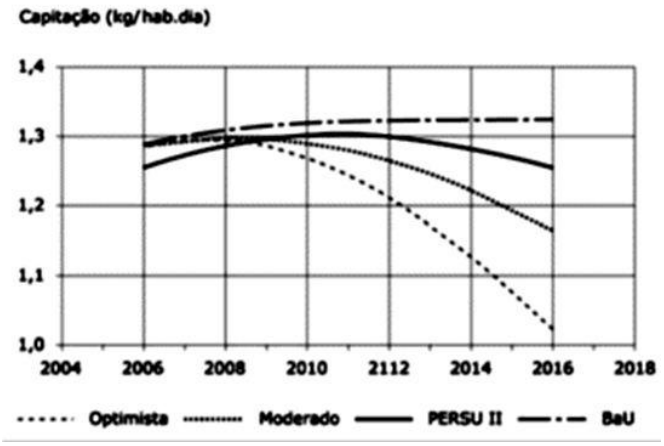


Figura 2.8 – Evolução dos cenários definidos no PPRU 2009-2016

A análise global destes cenários, numa perspectiva que se procurou racional e que atenda à realidade nacional, conduziu à escolha do cenário "Moderado" como o mais provável de prosseguir com sucesso, representando já um considerável esforço de investimento, inclusive de comunicação, de sensibilização e de coordenação de acções de Prevenção, tarefas para as quais se tem de congregar toda a atenção e que requer a conjugação de todos os intervenientes, quer na cadeia de gestão, quer de todos nós, enquanto consumidores e produtores de resíduos.

Um outro aspeto que parece relevante é a criação de Planos Municipais e Planos Regionais. Aliás, a existência destes planos está prevista na Lei-Quadro dos Resíduos (Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro), revogada pelo DL 73/2011. O seu objectivo seria o de fazer a adequação da gestão de resíduos às condições locais envolvendo as forças vivas locais, a contratualização do serviço de gestão de RU com os cidadãos de forma justa promovendo a responsabilização dos munícipes e dos autarcas. Esses planos deveriam contemplar uma gestão integrada de todos os resíduos nomeadamente os resíduos agrícolas e industriais bem como a disponibilização dos solos agrícolas e florestais em cada município ou região susceptíveis de aceitar "composto". (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

2.4. GESTÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM PORTUGAL

A gestão de resíduos urbanos em Portugal é condicionada pela necessidade de cumprimento das metas comunitárias em matéria da deposição de resíduos biodegradáveis em aterro e ainda da necessidade de aumentar de forma significativa os quantitativos de materiais a valorizar por reciclagem material ou outras formas de valorização, nomeadamente energética, em conformidade com a estratégia da UE de evoluir para uma sociedade para a reciclagem.

Em Portugal a responsabilidade de desenvolver e implementar legislação ambiental e criar as autoridades competentes para a regularização das atividades relacionadas com ambiente e para a fiscalização do cumprimento da legislação ambiental é do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

As autoridades competentes em matéria de gestão de resíduos são a Autoridade Nacional dos Resíduos ANR) e a Autoridade Regional dos Resíduos (ARR). A APA é a atual ANR e tem como funções propor, desenvolver e acompanhar a execução das estratégias de gestão de resíduos e exercer as competências próprias de licenciamento das operações de gestão de resíduos e das entidades gestoras dos fluxos específicos de resíduos, e de controlo operacional e administrativo das transferências de resíduos. (Teixeira, 2010)

As Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) são as ARR e tem como objetivo assegurar o exercício das competências relativas à gestão de resíduos numa relação de proximidade com os operadores. Estas licenciam, controlam e monitorizam operações de recolha, triagem, armazenamento, valorização e eliminação de resíduos. Estas entidades são ainda

responsáveis pela emissão de pareceres sobre os planos multimunicipais e intermunicipais de acção para a gestão de resíduos, e em caso de existência de locais contaminados, promovem a sua recuperação e valorização. (Teixeira, 2010)

A regulação do setor dos resíduos é competência, desde 2009, da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), e regula os serviços de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e da gestão de RU. Faz a regulação económica e da qualidade do serviço prestado pelas entidades gestoras aos utilizadores dos serviços. (Teixeira, 2010)

Os serviços de gestão de resíduos em cada região são prestados por uma única entidade gestora de titularidade estatal ou municipal

A recolha municipal de RU, na sua forma básica, envolvia tradicionalmente três operações fundamentais: a recolha, o transporte e a deposição em destino final. Estas operações eram asseguradas pelos sistemas originalmente constituídos pelas autarquias locais. Alguns sistemas mais modernizados já recorriam então a técnicas mais sofisticadas de gestão de resíduos, nomeadamente a triagem e o tratamento.

Em Portugal existem dois modelos institucionais de gestão de RU, os Sistemas Municipais ou Intermunicipais, que poderão ter operação indireta ou direta de uma entidade pública ou privada de natureza empresarial, e os Sistemas Multimunicipais, resultantes da atribuição pelo Estado a sociedades concessionárias de capitais maioritariamente públicos

No início de 2011 existiam 23 sistemas de gestão de resíduos urbanos (SGRU) cobrindo a totalidade do território continental (Figura 2.9), sendo 12 Multimunicipais e 11 Intermunicipais. Cada um destes sistemas possui infra-estruturas para assegurar um destino final adequado para os RU produzidos na área respectiva. Ao nível da gestão dos RU, sendo um dos grandes objectivos do PERSU II o desvio de resíduos biodegradáveis de aterro por via da implantação de Unidades de Valorização Orgânica (digestão anaeróbia, compostagem, tratamento mecânico e biológico), verificou-se necessária a agregação de alguns dos actuais sistemas tendo em vista a concretização dos objectivos de valorização orgânica numa perspectiva de maximização do aproveitamento das infra-estruturas a construir.

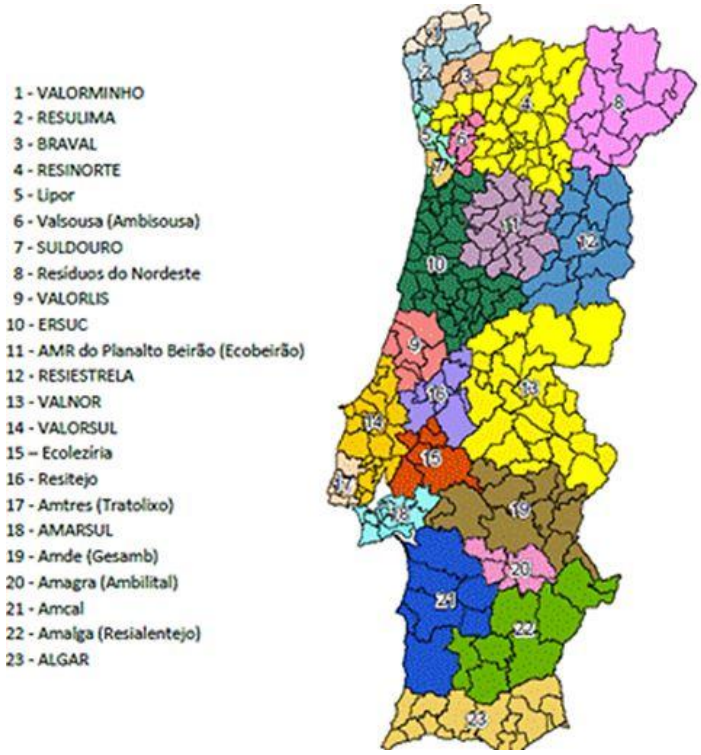


Figura 2.9 - Sistema de Gestão de RU atual em Portugal Continental (APA, 2010)

Figura 2.10 – Infraestruturas e equipamentos existentes, em 2011 em Portugal Continental (APA, 2010)

2.5. ASPETOS SOCIAS DA GESTÃO DE RU

2.5.1. FACTORES DE INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS

Se os resíduos são uma consequência inevitável da vida e esta tende a evoluir de forma complexa e exponencial, então urge compreender como é originada essa complexidade para que se tomem as medidas de intervenção na gestão dos resíduos de forma enquadrada com a realidade e de viável aplicação.

Na Tabela 2.11 veem descritos alguns indicadores de variabilidade na produção de resíduos.

Tabela 2.11 – Indicadores de variabilidade na produção de resíduos (Cruz, 2005)

Geografia e Ordenamento do Território	Estrutura Urbano-Rural e Meio Fisico	Sócio-Económicos	Institucionais
Área relativa de produção de resíduos	Nº de Habitantes	Poder de compra das populações	Tempo, eficiência e tipo de equipamentos de recolha
Localização Periférica e litoral no Continente Europeu	Variáveis sazonais	Hábitos e costumes da população	Organização e monitorização dos pontos produtores
Condições Climáticas	Hábitos e costumes da população	Intensidade de actividades industriais	Legislação e regulamentação especificas
Variações sazonais	Nivel de Escolaridade/ Habilitações literárias		

Em Portugal desde a década de 90, têm surgido novas exigências de consumo e alteração dos hábitos dos cidadãos, motivado pela mudança social associada aos setores de atividade em ascensão. O comércio, turismo ou indústria, localizados essencialmente no litoral tornaram aliciante a migração do interior do país levando a um contínuo abandono das actividades agropecuárias predominantes desta região.

Em todos os países existe uma distinção entre o conceito de meio “urbano” e “rural” útil na análise estatística de dados em estudos de caracterização social e desenvolvimento de actividades económicas. Têm geralmente como critério a população residente das comunidades e o espaço que estas ocupam, ou seja a sua distribuição numa determinada área.

Em Portugal, o Instituto Nacional de Estatística (INE) distingue estes conceitos em três tipos, através de critérios que se baseiam na densidade populacional e na população residente por freguesias:

- Áreas predominantemente urbanas (APU);
- Áreas medianamente urbanas (AMU);
- Áreas predominantemente rurais (APR).

Nesta tipologia, a existência de Freguesias semi-urbanas implica que estas devem ser contíguas às freguesias urbanas.

A quantidade de habitantes e a sua distribuição numa dada área são os factores de maior significado para distinguir meios urbanos e rurais, pois são o reflexo do tipo de hábitos e actividades sociais e económicas de um espaço. Nas zonas urbanas, as pessoas são muito dependentes do meio social que os rodeia para se alimentarem, trabalharem e deslocarem, pelo que não podem estar muito dispersas mas sim reunidas em aglomerados. Já nos meios rurais, caracterizam-se por possuírem alguma independência para sobreviver. As exigências de consumo e hábitos são muito inferiores e assim os recursos que os rodeiam suficientes. (Cruz, 2005)

Em Portugal, em dois sistemas de gestão de RU foi feita a caraterização dos resíduos num meio urbano e num meio rural, procurando identificar as diferenças existentes. Genericamente, os resíduos putrescíveis e o papel/cartão têm valores superiores nos meios urbanos, enquanto o vidro e os metais, curiosamente, são superiores nos meios rurais. Demonstram que a generalidade das comunidades começa a adquirir características que as qualificam como "rurbanas", pois expressam a miscibilidade de hábitos entre populações. A aglomeração de zonas com idênticas características poderia ser uma solução para a sua homogeneização, mas também esta situação poderá ser difícil de concretizar. (Cruz, 2005)

A produção de resíduos, ao acompanhar o crescimento e evolução das sociedades e sua economia, permite compreender que nos países desenvolvidos, ou em vias de desenvolvimento, há tendência crescente para o aumento destes.

De uma maneira em geral, esta realidade é acompanhada de um aumento da sua perigosidade pela presença de pequenas quantidades de resíduos como pilhas, medicamentos, tintas, solventes de uso doméstico ou similares. Os meios disponibilizados para o seu tratamento devem acompanhar esta situação e ser os mais adequados. Ainda em matéria de quantificação de resíduos sabemos que esta é difícil de aferir em rigor. Os valores de que as entidades de gestão de resíduos sólidos urbanos dispõem, correspondem à quantidade recolhida e não, necessariamente, à produzida. Se, por um lado, algumas pessoas têm a possibilidade de aproveitar resíduos gerados domesticamente para a produção de composto, alimento de animais ou outras actividades, diminuindo assim quantidade rejeitada, por outro, existem locais onde as acessibilidades ainda não estão completamente asseguradas, pelo que dificulta o processo de contabilizar a totalidade dos resíduos com a maior exatidão possível. Estas acessibilidades correspondem não só à dificuldade dos veículos de recolha alcançarem determinadas povoações, como também à situação real em que alguns cidadãos ainda hoje vivem – não têm acesso a sistemas de recolha de resíduos. Importa inventariar essas situações e fazer esforços no sentido de corrigi-las pois podem conduzir a procedimentos incorretos por parte dos cidadãos – depósito indiscriminado em espaços abertos, queima, deposição no solo ou descarga no meio hídrico. (Cruz, 2005)

Também o tipo de recolha de resíduos implementada em cada país, município, ou sistema, influencia necessariamente os dados aferidos sobre a produção de resíduos sólidos urbanos. Em Portugal, os cidadãos dispõem de equipamentos de superfície e subterrâneos, com diferentes capacidades de contentorização, para colocação dos resíduos indiferenciados nas proximidades das suas habitações, os quais serão recolhidos periodicamente (diário, semanal, etc.) por veículos próprios para o efeito, da responsabilidade municipal. Em algumas cidades, por questões de ordenamento urbanístico, tem-se optado pela colocação dos sacos do lixo no exterior das casas a hora determinada, mas esta é uma medida que em matéria de higiene e segurança deixa algumas reservas. Dispõem também de um sistema de recolha seletiva de materiais com potencial para serem reciclados, ainda que este sistema esteja num processo, a nível nacional, de melhoria na disponibilização dos meios materiais exigíveis. (Cruz, 2005)

2.5.2. ESTUDOS NO ÂMBITO DA SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS ASSOCIADA À POPULAÇÃO

No âmbito da prevenção de resíduos há necessidade de envolvimento e responsabilização dos agentes de gestão e dos cidadãos em geral. Pretende-se influenciar positivamente a parte comportamental de todos os intervenientes nesta cadeia de gestão, desde os sistemas de gestão e a interface com o cidadão, e as câmaras municipais pela ligação direta com o cidadão, procurando responsabilizá-los através do programa de intervenção, fazendo-os aceitar e perceber o conceito do poluidor-pagador.

De acordo com o estudo “Hábitos e Atitudes face à separação de resíduos domésticos”, desenvolvido pela Intercampus para a SPV e que tem em consideração os hábitos de 2011, se há área onde a crise não chega, em Portugal, é nos hábitos de separação de RU por parte da população.

Este estudo teve uma abrangência nacional, procurando perceber os efeitos gerados pela crise, no âmbito da separação dos RU, consumo de água e energia elétrica.

Do total de 1075 inquiridos, 69% separam diariamente os seus RU. Destes 47% separam totalmente os diferentes componentes do RU enquanto 22% separa parcialmente os RU, nomeadamente o vidro, embalagens de plástico e metal e papel/cartão, muito embora mantenha dúvidas no que efetivamente possa ser reciclado.

A inexistência de qualquer prática atual de separação de RU assume-se como um cenário minoritário, afetando apenas 31% dos casos totais observados.

No contexto da família e dos separadores totais, é a mulher que lança a ideia de iniciar a separação de RU (em 54% dos lares).

Junto de quem nunca realizou separação doméstica de RU, a falta de recipientes próprios para o efeito (56% de referências totais) e a noção do excessivo trabalho pessoal e familiar implicado

(45%) assumem-se como os argumentos mais evocados para justificar a não separação doméstica dos resíduos.

A prática de separação é maioritária nas cinco regiões do continente analisadas, isto é Lisboa, Norte, Centro, Alentejo, Algarve, variando entre um mínimo de 63% na zona Centro e um máximo de 77% na zona do Alentejo. É no Alentejo, aliás, que se observa o maior índice de adesão à separação onde, a par do Algarve, a maioria dos agregados familiares já faz mesmo separação total de resíduos.

Por outro lado, o estudo dá conta de que é junto das famílias de estrato socioeconómico mais elevado que se observa uma maior sistematização da prática de separação doméstica de resíduos. No entanto, as restantes classes têm vindo a registar crescimento em relação a esta prática.

Quanto ao tipo de resíduos mais separados, destacam-se as garrafas, frascos e boiões de vidros com uma taxa de separação de 90%. Em segundo lugar encontram-se as garrafas de plástico e as caixas de cartão rondando os 78% e os jornais e revistas com cerca de 74%.

Os resíduos menos separados são as bases de esferovite para alimentos e as embalagens de aerossóis, as embalagens usadas de espuma de barbear e de desodorizante (23%), bem como cuvettes de metal de comida feita ou pré-cozinhada e as latas de conservas (32%).

Algumas curiosidades deste estudo prendem-se com o fato de existir uma relação direta entre possuir um ecoponto doméstico e as práticas de separação. Isto é o agregado familiar que tem um ecoponto em casa tende a separar quase sempre os resíduos, ou seja cerca de 92%. Já o agregado que não possui, tende a ter comportamentos de facilitismo e de ignorância para com a importância desta separação, isto é apenas 43% diz separar.

Outra curiosidade prende-se com a inclusão de filhos em idade escolar nos agregados familiares. Ao contrário do que é percebido normalmente, não há uma influência especial da população infanto-juvenil no facto de os agregados separarem devidamente os RU.

Apenas 18% dos separadores totais de RU identificam aspectos negativos ligados ao processo de separação doméstica de RU. Destes, a maioria (36%) menciona a questão da limitação do espaço doméstico. Há também quem se queixe do trabalho exigido (26%), da não disponibilização gratuita de recipientes próprios (25%), da distância dos ecopontos (15%), da inexistência de sistema de recolha porta-a-porta (12%), ou do facto de os ecopontos ou contentores estarem demasiado cheios (7%). Para quem nunca realizou separação doméstica de RU, a falta de recipientes próprios para o efeito (56%) e a noção do excessivo trabalho pessoal ou familiar (45%) são os argumentos mais evocados na fundamentação dessa atitude. Estes não-separadores acederiam a mudar de atitude se recebessem um ecoponto doméstico, cerca de 44%, se passassem a beneficiar de um serviço de recolha porta-a-porta cerca de 34%, se recebessem uma quantia

simbólica pela quantidade de embalagens separadas cerca de 19%, se tivessem mais ecopontos perto de casa , cerca de 13% ou se toda a gente o fizesse! cerca de 10%.

Um outro estudo realizado pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, intitulado “Factors Influencing Households Participation in Organic Waste Separation” relativo à zona de Loures, e investigado juntamente com os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Loures, pretendeu percepcionar a aplicação de uma sistema de separação de RUB na origem a três grupos populacionais distintos, pretendendo identificar os fatores que determinam o comportamento na separação de resíduos e avaliando a sua importância, de forma a formular de estratégias de comunicação adequadas a fim de aumentar as taxas de participação

Foi aplicada a uma amostra de 97 famílias que vivem na Urbanização da Portela, localizada na Área Metropolitana de Lisboa, no concelho de Loures. A área de estudo é constituída por 211 edifícios multi-residenciais, localizados em um bairro de alta densidade populacional, com 15.441 habitantes.O estudo teve por objetivo identificar e avaliar aa diferenças comportamentais entre três grupos de famílias na separação de RUB: SRO: famílias que separam os seus RUB (a), NRO_CC: famílias que não separam RUB, apesar de viverem em edifícios com recipientes disponíveis para esse efeito (b) e NRO_SC: famílias que não separam RUB, nem possuem recipientes convenientes para esse efeito no edifício (c).

Figura 2.11 – Área de Estudo, contentores utilizados na separação seletiva e informações contidas nos contentores para separação de RUB (Martinho & Vitor, 2009)

As principais diferenças entre os dois grupos que possuem as mesmas características sociodemográficas e equivalentes condições situacionais (por exemplo SRO e NRO_CC), estão relacionadas com as variáveis que refletem as atitudes específicas para o comportamento de separação dos RUB (ou seja, as normas sociais; importância atribuída à separação de RUB; crença no esforço pessoal), informações sobre os RUB e o nível de conhecimento sobre a existência e finalidade dos recipientes castanhos. Isto confirma a teoria Ajzens 'do Comportamento Planeado.

As famílias NRO_CC são céticas em relação a recolha seletiva de RUB e mostram atitudes menos positivas. Em comparação com os outros dois grupos, apresentam uma taxa de participação muito

baixa. Relativamente ao fato de não participarem nesta separação, a maioria dos NRO_SC referiu-se à falta de equipamento apropriado de recolha do edifício, sendo 60% destas famílias afirmaram que estão dispostos a participar e 67% indicaram que eles só precisam de o recipiente castanho para começar. Isso indica que muitas destas famílias são potenciais participantes. Como uma medida para aumentar a participação na recolha seletiva dos RUB, os contentores castanhos devem ser instalados em todos os edifícios, mesmo sem ser solicitado. Isso deve ser devidamente acompanhado de sessões informativas quanto à sua finalidade e materiais aceitáveis. A existência de recipiente castanho pode ajudar a aumentar a perceção a todos os moradores, que por sua vez podem ajudar a promover uma maior participação. Ela pode também funcionar como uma fonte de informação e ajudar a aumentar a conscientização e conhecimento sobre o sistema de recolha seletiva. A maioria das famílias que vivem em edifícios com recipiente castanho disponível, mas optam por não separar (NRO_CC), expõe como razões para o seu comportamento que "os outros não participam", ou "eles por si só não podem fazer a diferença" ou "eles não têm a quantidade suficiente de RUB ". Quando se questionou o que precisavam para começar, a maioria refere-se a razões pessoais, iniciativa, informações ou maiores quantidades de RUB. Isto mostra que a existência de contentor castanho no edifício, embora essencial para a participação, não é, por si só, suficiente. Sempre haverá um grupo de indivíduos com atitude menos positiva, indiferente ou resistente, que será difícil de convencer.

Os resultados do estudo também identificaram algumas melhorias operacionais relativas ao sistema de recolha seletiva e da estratégia de comunicação à população. Dado o fato de que os atributos sociodemográficos examinados não distinguem entre recicladores e não-recicladores, não é possível orientar campanhas de sensibilização para um público-alvo, com base neste tipo de segmentação. No entanto, os gestores de condomínio provaram ser um elemento essencial para o sucesso do sistema de recolha de RUB, influenciando a admissão ao sistema por parte de cada um dos edifícios e de promoção do projeto. As campanhas de comunicação devem ser dirigidas preferencialmente para os zeladores e administradores de condomínios onde as famílias não participam apenas porque eles não têm meios para o fazer (sem recipiente de resíduos orgânicos disponíveis). Posteriormente, eles devem ser direcionados para as famílias que vivem em edifícios com baixas taxas de participação. Neste caso, as campanhas dirigidas a indivíduos no do grupo NRO_CC, menos interessados, cético, e com atitudes menos corretas relativamente à separação de resíduos, deve ter um mais um conteúdo mais especializado, mais *cirúrgico*. Para as famílias de SRO a informação recebida no âmbito de separação de RUB foi o único aspeto menos favorável. Portanto, deverão existir novas práticas de informar e motivar as pessoas a mudar ou continuar o seu comportamento de separação. Ações de sensibilização de rua, em locais específicos mais perto da população, parecem ter um efeito positivo sobre a mudança de comportamentos. Outra estratégia poderá ser a distribuição de adubo à população e visitas à Unidade de processamento de RUB da área de residência, de forma a demonstrar os resultados do tratamento dos RUB devidamente separados.

2.6. OPERAÇÕES DE GESTÃO DE RU

Por gestão de resíduos entende-se "as operações de recolha, transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós encerramento, bem como as medidas adaptadas na qualidade de comerciante ou corretor"(DL 73/2011).

2.6.1. OPERAÇÕES DE GESTÃO EM BAIXA

O sistema de recolha de RU decompõe-se em três operações: deposição, recolha e transporte. A deposição, consiste no conjunto de operações que envolvem a armazenagem domiciliária de RU e a sua colocação em recipientes para serem removidos. A operação de recolha é efetuada por pessoal e equipamento adequado para esse fim, que inclui a transferência dos RU dos recipientes de alocação para as viaturas de recolha, e o deslocamento entre sucessivos locais de alocação. O transporte corresponde ao serviço de deslocamento que a viatura de recolha efetua entre o último ponto de recolha dos resíduos e o local do seu destino. A recolha de RU pode ser classificada de acordo com diferentes critérios, nomeadamente o tipo de resíduos recolhidos, o tipo de remoção e a frequência e horário da recolha. Relativamente ao tipo de resíduos, distinguem-se entre os resíduos para recolha indiferenciada, onde os resíduos são depositados e recolhidos como uma mistura heterogénea de resíduos, e os resíduos para recolha seletiva por frações valorizáveis.

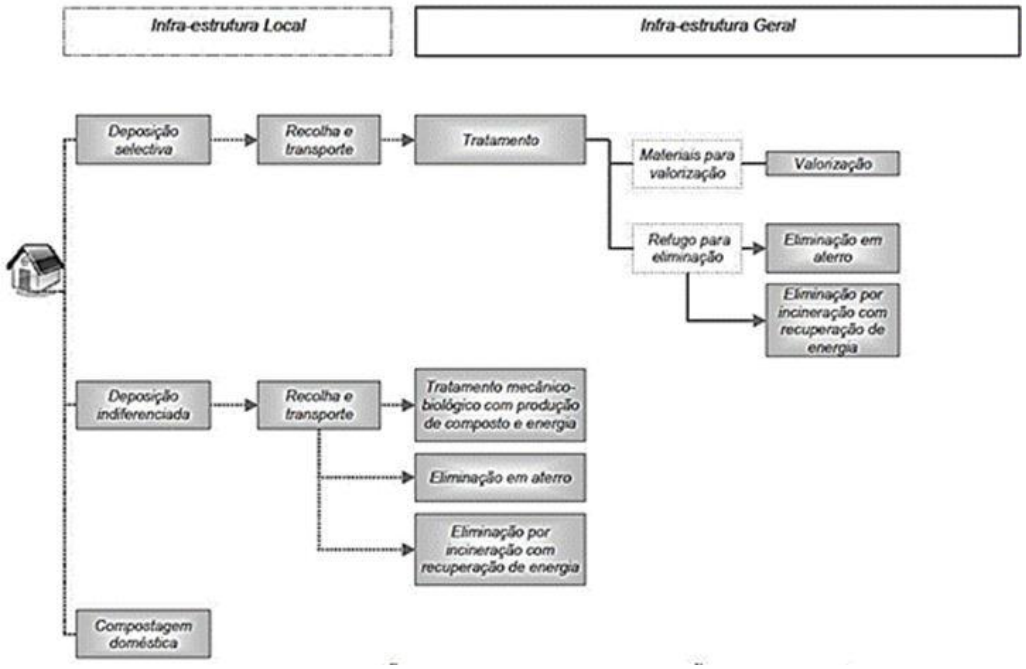


Figura 2.12 - Rede de Gestão de Resíduos Urbanos: operações e componentes (Carvalho, Matos, & Gomes, 2011)

Relativamente ao tipo de resíduos, distinguem-se entre os resíduos para recolha indiferenciada, onde os resíduos são depositados e recolhidos como uma mistura heterogénea de resíduos, e os resíduos para recolha seletiva por frações valorizáveis

Existem diversos métodos de deposição ou alocação para os RU, cuja classificação pode ser efetuada de acordo com o tipo de resíduos recolhidos ou o tipo de recipientes utilizados Quanto ao tipo de recipientes utilizados, pode-se dividir a deposição em 4 classes:

- Deposição em **sacos não reutilizáveis**.

São utilizados tanto para a deposição indiferenciada como para a selectiva, cuja recolha se efectua porta-a-porta. Podem ser de plástico (PEAD) ou de papel impermeabilizado, de diferentes formatos e dimensões. A capacidade é muito variada, podendo ir dos 30 até aos 100 litros. Têm como vantagens a eliminação da operação de recolha do recipiente, reduzindo assim o tempo de remoção; dispensam a lavagem e protecção do recipiente, evitando assim o custo associado a estas operações; evitam o ruído na descarga e o furto; e evitam a absorção de água da chuva. Como inconvenientes têm a necessidade de suportes especiais para os suster ou para os carregar para a viatura, se esta tiver um sistema de carregamento mecanizado; maiores despesas de aquisição e distribuição (quando a distribuição é gratuita, os munícipes não sentido o preço da sua aquisição podem dar outro uso aos sacos); e o espalhamento dos resíduos pelos passeios, quando sujeitos a actos de vandalismo. (Santos, 2011)

- Deposição em **caixas** (caso de alguns esquemas de recolha selectiva porta-a-porta);

É o tipo de deposição utilizado nalguns esquemas de recolha selectiva porta-a-porta. Consistem em caixas de plástico, normalmente com uma capacidade de 50 litros. Têm como vantagens a melhor qualidade dos materiais recolhidos, uma vez que as caixas com materiais não desejáveis ou contaminados podem não ser recolhidas pelo operador. Por outro lado, têm como inconvenientes o facto da gama de matérias aceites e o volume de resíduos a recolher ser limitado pelo tamanho da caixa; as embalagens têm que ser previamente lavadas; e muitas vezes têm que ser fornecidas novas caixas porque são muitas vezes desviadas para outros usos ou furtadas. (Santos, 2011)

- Deposição em **contentores de pequena e média capacidade** (sem compactação), onde se incluem os contentores para recolha **hermética**;

Este equipamento de deposição encontra-se disponível no mercado em vários formatos, capacidades, tipos de tampas, com rodas e sem rodas. Existem modelos em plástico e em metal galvanizado, sendo que este último tem o inconveniente de ser pesado, ruidoso e mais caro. Por outro lado, é mais robusto e resistente às temperaturas extremas. Os de plástico são mais leves e fáceis de lavar. Para a deposição dos RU os requisitos a exigir a qualquer contentor são terem uma capacidade que permita um manuseamento seguro pelo cantoneiro; serem hermeticamente

fechados e adaptados aos veículos de recolha; e serem fabricados com materiais duráveis e resistentes. Os contentores em profundidade têm capacidades entre os 1,3 e 5 m^3, semienterrados no solo, com argolas ou outro sistema para serem elevados pelos sistemas de recolha. Normalmente são recolhidos por viaturas equipadas com grua. Existem também outro tipo de equipamentos de deposição, destinado à recolha seletiva, onde se incluem os do tipo "igloo", prismáticos e do tipo "cyclea". Possuem capacidades entre os 1,1 e 4 m^3, e a sua recolha é efetuada por uma viatura equipada com grua. A sua descarga na viatura é feita pela base do contentor, por meio do acionamento de um sistema de abertura. Mais recentemente, apareceu também no mercado português, um novo tipo de equipamento de recolha de superfície denominado contentor de recolha lateral. Este equipamento possui capacidades entre os 2,4 e os 3,2 m^3, e é recolhido mecanicamente por uma viatura de recolha lateral. Este tipo de sistema não necessita de cantoneiros, sendo o motorista a executar todas as tarefas de despejo dos contentores. (Santos, 2011)

Figura 2.13 – Contentores de Recolha lateral (Santos, 2011)

- Deposição em **contentores de grande capacidade** (com ou sem compactação).

Os contentores de grande capacidade podem ser utilizados por grandes produtores de resíduos, servir como pequenas estações de transferência, como ecopontos ou fazerem parte de centros de recolha (ecocentros). Dividem-se em contentores fixos, com capacidades entre os 2 e 5 m^3, e contentores transportáveis, com capacidade entre os 5 e 10 m^3 (contentores de

balde) ou entre os 10 e 20 m^3 (contentores rebocáveis), consoante adaptados a veículos multibenne ou polibenne, respectivamente.

Para além deste tipo de deposição ainda existem ecocentros, locais em área vigiada, que podem funcionar de forma isolada ou integrada em estações de transferência ou aterros, Os ecocentros são plataformas de recepção de resíduos recicláveis, acessíveis a particulares e empresas. Estas estruturas permitem aos produtores o envio dos seus resíduos valorizáveis para reciclagem, através de uma simples deposição gratuita.

São uma solução recomendável em áreas de elevada densidade populacional, onde podem ser depositados resíduos tais como eletrodomésticos, as mobílias, os pneus, os resíduos de jardim, as pilhas e baterias, os plásticos, o vidro, o papel, etc. Os ecocentros devem estar localizados a uma distância do utilizador do serviço inferior a 10 km, caso contrário têm a sua viabilidade ameaçada. (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

As Estações de Transferência são infra-estruturas onde se descarregam os resíduos produzidos em áreas mais afastadas dos aterros, com o objectivo de os preparar para serem transportados num veículo de maior capacidade para um local de tratamento, valorização ou eliminação, de modo a tornar economicamente viável a utilização dos aterros por parte dos municípios mais distantes. Geralmente para distâncias superiores a 25 km é compensatório optar pela transferência devido aos custos elevados de transporte em veículos de recolha assim como o seu próprio desgaste.

Podem classificar-se de acordo com o método de carregamento (direto, indireto e misto), o tipo de processamento (com ou sem compactação), o meio de transporte utilizado e a capacidade instalada, podendo estas ser classificadas como pequenas (< 100 ton/dia), médias (100 a 500 ton/dia) ou grandes (> 500 ton/dia). As ET contemplam (de uma forma geral) 2 zonas diferenciadas a zona da transferência de resíduos e a zona de deposição voluntária (ecocentro). (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Figura 2.14 – Infraestruturas de deposição de RU a) Ecocentro; b) Estação de Transferência

A recolha seletiva de recicláveis, assegura, tradicionalmente, a recolha de resíduos de papel/cartão, plástico e vidro. Pode efetuar-se em pontos de recolha coletivos devidamente operacionalizados para o efeito, os ecopontos ou ecocentros, ou através da sua recolha em locais individualizados designados como pontos de recolha porta-a-porta. A recolha porta-a-porta de equipamentos individuais requer a sua disponibilização em horário e local previamente definido pela entidade gestora ou operador de recolha.

A limpeza urbana integra as operações associadas ao serviço de limpeza de arruamentos tais como a varredura e a lavagem. A varredura de arruamentos compreende a varredura manual, efetuada por equipas de varredores, e a varredura mecânica, efetuada com o auxílio de máquinas varredoras, manobrados por um operário. A lavagem de arruamentos é igualmente efetuada com o recurso a equipas de varredores. A limpeza urbana é constituída pelas operações de varredura (manual e/ou mecânica), lavagem de arruamentos e passeios, lavagem, desinfeção e manutenção de papeleiras, limpeza de sarjetas e sumidouros e remoção de cartazes ou outra publicidade. A varredura manual é frequentemente complementada com a varredura e lavagem mecânica, através de varredoras mecânicas, conduzidas por um condutor apoiado por um cantoneiro. A lavagem de passeios, praças, mercados, estacionamentos, zonas comerciais e pedonais, é realizada manualmente, por meio de mangueiras com água a alta pressão, nas zonas que necessitem elevados níveis de limpeza ou que, pelas suas características ou acessibilidades, não permitem ou não recomendam a lavagem mecânica. Para lavagem de passeios e vias publicas as equipas de limpeza urbana dispõem de mangueiras que se ligam a bocas-de-incêndio (água dos Serviços Municipais). (Bentes, González, & Teixeira, 2011)

Quanto ao tipo de recolha, distinguem-se entre a:

- Recolha porta-a-porta, este sistema de remoção é distribuído a cada edifício um ou mais contentores, responsabilizando-se os utentes pela colocação deste à porta, para que seja efetuada a recolha, ou no caso da existência de sistemas coletivos, que seja facilitado o acesso ao local de armazenamento.

- Recolha por pontos através de contentores de proximidade, sendo estes pontos pré estabelecidos pela autarquia, responsabilizando-se o munícipe pela colocação dos RU nos contentores, encontrando-se afastados uns dos outros cerca de 150/200 metros.

- Recolha por sistemas mistos - Neste caso adapta-se o porta-a-porta em zonas mais densas, e por pontos em zonas menos densas.

A recolha de resíduos pode ser realizada de acordo com horários pré-estabelecidos, com uma periodicidade variável, dependendo da capacidade do equipamento de recolha instalado e das características do meio (rural ou urbano).

As frequências e horários de recolha variam de local para local. As condições locais e as características do serviço podem determinar estes parâmetros. Relativamente à frequência e horário da recolha, distingue-se entre recolha diária, três vezes por semana, semanal, ou outra frequência, e ainda entre recolha diurna e noturna. São vários os factores a considerar quanto à escolha de uma destas alternativas, nomeadamente o volume a recolher, as características do aglomerado urbano (densidade urbanística), as características do tráfego, os custos, entre outros

Por razões óbvias, nos centros urbanos mais densos e com mais tráfego diurno, a recolha tem que se fazer à noite, o que representa custos acrescidos ao sistema de recolha. Um dos aspectos mais importantes na organização de um sistema de gestão de resíduos é a escolha das viaturas a utilizar. Este tipo de equipamento tem uma vida útil aproximadamente de 8 anos, normalmente executam dois turnos de trabalho, o que implica menos durabilidade devido ao desgaste, uma escolha correta da viatura minimiza significativamente este aspeto.

Para uma escolha correta do tipo e tamanho da viatura a utilizar devem ter-se em consideração os seguintes factores:

- Custo da viatura;
- Distância típica do local de carga ao de descarga;
- Sistema de contentorização;
- Topografia do terreno – limitações das vias ou obstruções;
- Números de horas de trabalho;
- Dimensão das equipas de trabalho.

Existem três tipos de sistemas de elevação dos contentores, todas com sistema compactador:

- Carregamento traseiro;
- Carregamento lateral;
- Carregamento frontal.

No carregamento traseiro, os resíduos são colocados na parte traseira da viatura, na tremonha de carga, quer pelo sistema hidráulico quer manualmente. São utilizadas adufas, Figura 2.15, para descarga dos contentores. As adufas são constituídas por um sistema de elevação hidráulico e o esvaziamento dos contentores entre 800 e 1100 L é efetuado por uma abertura a toda a largura da traseira do veículo, Figura 2.16, protegido por uma cortina de borracha.

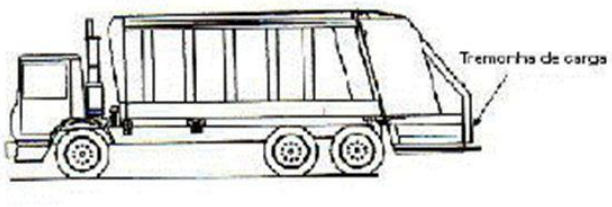


Figura 2.15 – Viatura de carregamento traseiro (Sousa, 2008)

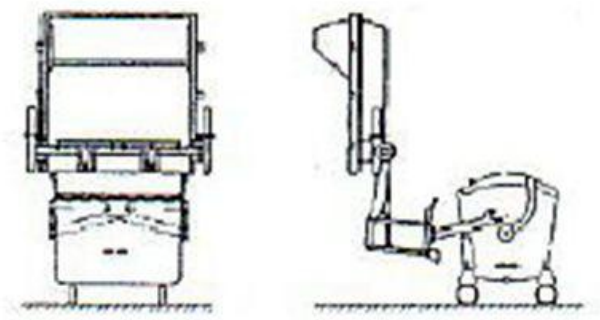


Figura 2.16 – Exemplo do sistema de elevação de contentores (Sousa, 2008)

A capacidade dos veículos de remoção utilizados mais frequentemente, pode variar entre os 5 e os 23 m^3. Os de menor capacidade são destinados principalmente à recolha nas zonas mais antigas, com ruas estreitas e sinuosas, de difícil circulação e com menor densidade populacional.

2.6.2. OPERAÇÕES DE GESTÃO EM ALTA

As operações de gestão em alta contemplam o tratamento, valorização e eliminação de resíduos.

O tratamento designa o conjunto dos processos manuais, mecânicos, físicos, químicos ou biológicos que alteram as características dos resíduos, por forma a reduzir o seu volume ou perigosidade, bem como facilitar a sua movimentação ou transporte, tendo em vista as operações de valorização. Casos há em que o tratamento se destina simplesmente a melhorar as características dos materiais para eliminação, tendo em vista a redução dos custos da operação de eliminação e/ou os impactes ambientais associados. O tratamento inclui os processos de triagem grosseira e fina, a limpeza dos resíduos, a trituração, a compactação e o acondicionamento.

Figura 2.17 – Fases de tratamento de resíduos urbanos

A valorização refere-se a um conjunto de operações identificadas em matéria legal (Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março, onde se prevê como valorização um conjunto de 12 operações.) tendo em vista a reciclagem material para fins de reintegração no circuito produtivo de bens como matéria-prima, ou eventualmente com a finalidade de produção de energia. Neste existem o conjunto de operações que incluem: a valorização orgânica, valorização energética e reciclagem multimaterial.

Figura 2.18 – Valorização orgânica, energética e multimaterial

A eliminação de resíduos refere as operações de descarte no ambiente dos materiais residuais resultantes dos diferentes processos, incluindo ainda a armazenagem definitiva ou imobilização de um determinado resíduo:

- Incineração – operação de tratamento termoquímico a alta temperatura tendo como objectivo a eliminação dos resíduos eventualmente com algum aproveitamento de energia;
- Aterro controlado (chamado de sanitário) - operação de deposição de resíduos no solo, de uma forma que confira o isolamento dos resíduos do contacto com o ambiente, mas onde decorre um processo biológico anaeróbio com libertação de biogás e líquidos de lixiviação;
- Confinamento técnico - vocacionado para o isolamento de resíduos praticamente sem conteúdos orgânicos (escórias, cinzas).
- Solidificação - operação de imobilização de certos elementos químicos metálicos em matrizes inorgânicas solidificáveis quando em contacto com água (ex: cimento).

A legislação (Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março) prevê como eliminação um conjunto de 15 operações definidas na categoria D.

2.7. GESTÃO DA RECOLHA DE RU

De acordo com os diplomas legais aplicáveis, o sistema de recolha e transporte dos RU é da responsabilidade das Câmaras Municipais, podendo no entanto ser concessionado a empresas, públicas ou privadas. A gestão da recolha é um problema frequente na gestão de qualquer cidade e envolve encargos avultados, pois envolve muitos equipamentos, viaturas e pessoal. A urbanização e litoralização da população portuguesa originam uma forte pressão sobre a gestão de espaços e na movimentação dos veículos de recolha. Desta forma, os resíduos tornam-se uma preocupação crescente para a população e geram uma pressão adicional sobre os municípios Este custo, aliado à subida constante dos preços do petróleo, leva a que se torne imprescindível determinar qual o sistema de recolha a adotar, que seja mais sustentável, tanto em termos ambientais, reduzindo ao mínimo os potenciais impactes da gestão de resíduos (menores emissões e menores consumos de combustível), como em termos económicos. Esta é também uma das componentes mais importantes para a imagem do serviço de gestão de RU, uma vez que funciona como ligação entre o sistema e os utentes sendo através dela que estes avaliam a gestão dos RU e criam a sua imagem do serviço. Na aplicação de um projeto de um sistema de recolha e transporte de RU, é fundamental ter bons conhecimentos e dados de base sobre as características dos utentes e da estrutura urbana (*i.e*. moradias, edifícios médio/alto porte, zonas históricas, tipo de arruamentos, entre outros), das quantidades e características dos RU produzidos na área a intervir, dos indicadores de desempenho dos sistemas e o nível de atendimento e satisfação dos utentes.

2.7.1. PERCURSOS DE RECOLHA

A recolha de RU, quer indiferenciados quer seletivos, encontra-se organizada em percursos de recolha. Cada percurso corresponde a um percurso que a viatura tem que realizar, num determinado dia de recolha, e deve ser objecto de um planeamento prévio onde factores como o tipo de resíduos a recolher, as características urbanísticas e topográficas do terreno a percorrer, as características e capacidade das viaturas e a dimensão e horário da equipa de recolha, são consideradas tendo em vista uma programação de percursos equilibrada.

Considera-se que os percursos são equilibrados caso se consiga que a equipa de recolha cumpra o percurso no tempo estipulado, isto é, sem acumular tempos significativos de horas extraordinárias ou pelo contrário, sem utilizar em pleno as horas diárias de trabalho da equipa.

Num percurso de recolha de resíduos com contentores fixos, como é o caso da recolha indiferenciada e seletiva de RU, a sequência das operações de recolha pode-se dividir nas seguintes cinco componentes temporais da operação de recolha de resíduos:

- Tempo ou distância de e para a garagem – trata-se do tempo ou da distância que a viatura percorre da garagem até ao primeiro ponto de recolha, mais a que percorre do local de deposição (do último frete) até à garagem, quando finaliza a recolha.

- Tempo ou distância efetiva de recolha – trata-se do tempo ou distância que o veículo demora a encher a sua caixa (i.e. a esvaziar os contentores e a deslocar-se para os seguintes), desde o primeiro ponto de recolha até ao último do percurso.

- Tempo ou distância de transporte – trata-se do tempo ou da distância percorrida pela viatura desde o último ponto de recolha, quando o veículo atinge a sua capacidade máxima, até ao local de esvaziamento da sua carga; consoante as características do percurso e a capacidade da viatura pode ser necessário o regresso ao percurso para continuar a recolha de resíduos, ou seja, um percurso pode realizar-se num único frete ou em mais do que um frete.

- Tempo e distância no local de deposição – trata-se do tempo ou distância necessária ao esvaziamento da carga do veículo, o que o veículo demora no local de deposição da sua carga (i.e. estação de transferência, estação de triagem, compostagem, incineradora ou aterro sanitário).

- Tempo e distância fora do percurso (ou não produtivo) – nesta categoria incluem-se os tempos ou distâncias não produtivos mas necessários, por exemplo, tempos perdidos no trânsito ou no almoço, e os tempos não produtivos e desnecessários como, por exemplo, tempos abusivos no almoço ou cafés.

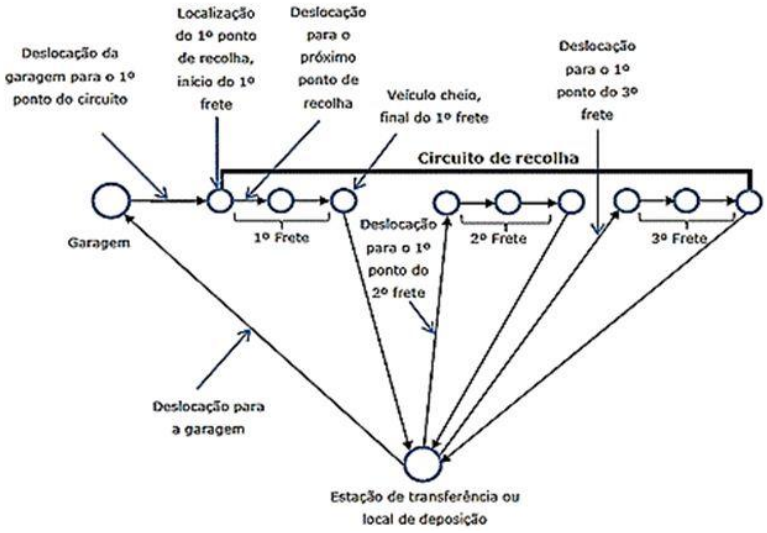


Figura 2.19 - Sequência de operações de recolha de contentores estacionários (adaptado de Tchobanoglous et al., 1997), citado em (Gomes C. M., 2009)

Estas distâncias e tempos permitem o cálculo de um conjunto de indicadores operacionais e produtividade dos percursos, relevantes para a avaliação da eficiência dos percursos, comparações entre percursos e exercícios de simulação.

2.7.2. INDICADORES DE GESTÃO

Os indicadores de gestão permitem descrever as condições operacionais do sistema e refletir a adequação dos recursos, fornecendo informação relativa a produtividade, avarias, consumos, rendimento, entre outros. Permitem ainda comparar diferentes métodos de recolha e caracterizar a situação de referência e monitorizar a evolução do desempenho e ainda avaliar e descrever os padrões de qualidade da prestação do serviço analisando reclamações e tempos de resposta a solicitações

Os indicadores de desempenho dos percursos de recolha podem ser considerados como elementos chave na definição da eficiência e da eficácia da prestação de serviços de uma entidade gestora. A eficiência mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção do serviço. A eficácia mede até que ponto os objectivos de gestão, definidos específicos e realisticamente, são cumpridos. Os indicadores de gestão na área dos resíduos destinam-se a avaliar o desempenho a nível ambiental, social e económico dos sistemas de gestão, disponibilizando informação referente a tecnologias de deposição, recolha, transferência, transporte e tratamento; meios humanos e materiais; e estratégias de valorização e de eliminação. O objectivo é a melhoria contínua da eficácia dos seus procedimentos e a possibilidade de estabelecer benchmarks a partir dos quais é possível a demonstração e a comparação.

São poucos os trabalhos existentes relacionados com o estudo de indicadores de desempenho operacional na análise de percursos. No entanto, autores como (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1993), apresentam trabalhos relacionados com o tempo requerido por contentor e tempo no local de deposição (tempo a descarregar a carga), para diferentes tipos de viaturas e sistemas de carga. Na Tabela 2.12 é possível verificar alguns dos valores obtidos. Para o caso dos percursos com contentores estacionários, com um sistema mecanizado de carregamento, com uma taxa de compactação entre 2,0 e 2,5, características mais semelhantes às das viaturas de recolha de RU, o tempo requerido a esvaziar um contentor é de 0,008 a 0,05 h (28,8 seg a 3 min), e o tempo necessário para descarregar a carga da viatura é de 0,1 h/volta (6 min). Os mesmos autores referem ainda um valor de 0,5 a 0,6 minutos para o tempo médio num ponto de recolha com 1 ou 2 contentores, e 0,92 minutos por ponto de recolha com 3 ou mais contentores por ponto. Na Tabela 2.13 e Tabela 2.14 vêm descritos alguns exemplos de indicadores de caraterização de percursos de recolha e na Tabela 2.15 e Tabela 2.16 vêm descritos indicadores de produtividade dos percursos de recolha.

Tabela 2.12 - Indicadores de percursos de recolha de RU (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1993)

Tipo de contentor	Tipo de veículos	Sistema de carga	Taxa de compactação (R)	Tempo requerido para carregar o contentor cheio e colocar o vazio (h/volta)	Tempo requerido para esvaziar o contentor (h/contentor)	Tempo no local (h/volta)
Móvel	Grua	Mecanizado	-	0,067	-	0,053
	Rebocável	Mecanizado		0,4		0,127
	Rebocável	Mecanizado	2,0-4,0 [1]	0,4		0,133
Fixo	Mecanizado	2,0-2,5			0,008-0,05 [2]	0,1
	Manual	2,0-2,5				0,1

[1] Contentores com compactadores fixos

[2] O tempo depende da dimensão do contentor

Tabela 2.13 – Indicadores de caracterização dos percursos de recolha

Indicador	Cálculo	Unidades
Capacidade das viaturas	Capacidade das viaturas usadas em cada percurso	m^3 veic
Nº de pontos de recolha	Nº de paragens da viatura de recolha de contentores por percurso	Nº
Nº médio de fretes realizado por percurso	Corresponde ao número de vezes que a viatura de recolha tem que abandonar o percurso para ir descarregar a carga	Nº
Nº de contentores recolhidos por percurso	Somatório do nº de contentores observados no percurso	Nº
Capacidade de contentorização instalada	Somatório da capacidade de todos os contentores do sistema	m^3cont
Capitação diária de produção de RU	Produção de RU por habitante por dia	$kg.hab^{-1}.dia^{-1}$
Peso específico dos resíduos em contentor	Massa de RU por m^3 de contentor de recolha	$kg.m^3$
Quantidade média de RU recolhidos por dia de recolha	Média das quantidades diárias de resíduos recolhidos por percurso	ton $RU.dia^{-1}$
Quantidade média de RU recolhidos por semana de recolha	Média das quantidades semanais de resíduos recolhidos por percurso	ton $RU.sem^{-1}$
Quantidade média da massa de RU recolhida por semana e por contentor	Valor médio da massa de RU recolhido por contentor em cada semana	ton $RU.cont^{-1}.\ sem^{-1}$
Volume de resíduos recolhidos por dia de recolha	Quantd. Recolhida de RU/Peso especifico de RU	$m^3.dia^{-1}$
Quantidade média do volume de RU recolhida por semana e por contentor	Valor médio do volume de RU recolhido por contentor em cada semana	m^3 $RU.cont^{-1}.\ sem^{-1}$
Habitantes servidos por contentor	Nº de habitantes/nº de contentores	$hab.cont^{-1}$
Consumo médio de combustível por km	Consumo de combustivel por quilómetro percorrido nas viaturas de recolha de RU	$L.km^{-1}$
Consumo diário de combustível por percurso	Consumo diário de combustivel nas viaturas de recolha por percurso de recolha de RU	$L.perc^{-1}$
Preço de depósito de Resíduos em Aterro por percurso	Preço da deposição em aterro dos RU recolhidos por percurso, tendo em conta o preço de 2€/ton de deposição em aterro fixados pelo DL. 73/2011	€$.perc^{-1}$

Tabela 2.14 – Indicadores de caracterização dos percursos de recolha (continuação)

Indicador	Cálculo	Unidades
Custo do combustível por percurso	Custo do combustivel consumido por percurso de recolha de RU	€.perc^{-1}
Distância da garagem ao 1º ponto	Distância percorrida pela viatura de recolha desde a saída da garagem até ao 1º ponto do percurso	km.perc^{-1}
Distância de transporte	Soma das distâncias entre o ultimo ponto de recolha e o local de deposição, e regresso ao percurso e todos os fretes efetuados.	km.perc^{-1}
Distância efetiva	Distância percorrida pela viatura de recolha nas tarefas de esvaziamento dos contentores e deslocação entre contentores	km.perc^{-1}
Distância total do percurso	Distância percorrida pela viatura desde que a viatura sai da garagem até ao momento em que regressa	km.perc^{-1}
Tempo da garagem ao 1º ponto do percurso	Tempo que a viatura de recolha leva desde a saída da garagem até ao 1º ponto do percurso	h.perc^{-1}
Tempo efetivo de recolha	Tempo que o veículo demora nas tarefas de esvaziamento dos contentores e deslocação entre contentores	h.perc^{-1}
Tempo de transporte	Soma dos tempos entre o último ponto de recolha e o local de deposição, e regresso ao percurso, de todos os fretes	h.perc^{-1}
Tempo total do Percurso	Tempo que decorre desde que a viatura de recolha sai da garagem até ao momento em que regressa	h.perc^{-1}

Tabela 2.15 – Indicadores de produtividade dos percursos de recolha

Indicator	Cálculo	Unidades
Distância total percorrida por quantidade total recolhida	Distância total do percurso /quantidade de resíduos recolhidos por percurso e por dia	km.ton^{-1}
Distância efetiva percorrida por quantidade total recolhida	Distância efetiva do percurso /quantidade de resíduos recolhidos por percurso e por dia	km.ton^{-1}
Tempo total do percurso por tonelada recolhida	Tempo total do percurso /quantidade de resíduos recolhidos por percurso e por dia	h.ton^{-1}
Tempo efetivo do percurso por tonelada recolhida	Horas de trabalho efetiva /quantidade de resíduos recolhidos por percurso e por dia	h.ton^{-1}
Quantidade recolhida por quilómetros percorridos no percurso	Quantidade de resíduos recolhidos por percurso/distância total do percurso	ton.km^{-1}
Coeficiente de concentração do percurso	Distância efetiva do percurso/distância total do percurso	km.km^{-1}
Quantidade de resíduos recolhidos por tempo efetivo de percurso	Quantidade de resíduos recolhidos por percurso / tempo efetivo do percurso	ton.h^{-1}
Quantidade de resíduos recolhidos por local de recolha	Quantidade de resíduos recolhidos por percurso/número total de pontos de recolha	ton.local
Quantidade de resíduos recolhidos por contentor	Quantidade de resíduos recolhidos por percurso/número total de contentores	ton.cont^{-1}

Tabela 2.16 – Indicadores de produtividade dos percursos de recolha (continuação)

Indicator	Cálculo	Unidades
Tempo efetivo de recolha por tempo total de recolha	Horas de trabalho efetivo por dia/ tempo total do percurso/dia	$h.h^{-1}$
Produtividade do percurso	Quantidade recolhida de RU por operador e por tempo total do percurso	$ton.oper.h^{-1}$
Consumo de combustível por tonelada recolhida	Quantidade total de combustível consumido no percurso / quantidade de resíduos recolhidos por percurso	$L.ton^{-1}$
Velocidade na recolha efetiva	Distância total do percurso / tempo total do percurso	$km.h^{-1}$

A nível nacional, pode-se referir alguns estudos na área do estudo de percursos de recolha de RU, tal como o estudo realizado por Santos *et al*. (1994), aos percursos de recolha de RU de Lisboa, no qual os autores obtiveram os indicadores apresentados na Tabela 2.17, e o estudo realizado por Moreira (2008), relativo a percursos de recolha de RU, nos concelhos de Loures e Sintra. (Tabela 2.18).

Tabela 2.17 - Indicadores obtidos para os percursos de RU de Lisboa (Santos, 2011)

Indicadores	Unidade	Valor
Capacidade instalada	ton	699,6
Indicador de adequação da capacidade instalada	%	65,8
Capitação de RU	kg/hab.dia	1,52
Quantidade de RU removidos por km efetivo	kg/km	901
Quantidade de RU removidos por hora de trabalho	ton/h	1,38
Horário efetivo de trabalho/horário normal		1,23
Tempo de espera por km percorrido	min/km	0,58
Tempo de espera por hora de trabalho	min/h	4,73
Coeficiente de concentração do percurso	%	18,64
Velocidade média de trajeto	km/h	8,23
Indicador de avarias/mês	%	3

O estudo realizado por Moreira (2008) teve como objectivos a determinação de indicadores típicos de percursos de recolha de RU e a análise da influência de variáveis operacionais na produtividade dos mesmos.

Tabela 2.18 – Indicadores operacionais obtidos para o município de Loures (Santos, 2011)

Indicadores de produtividade	Percursos							
	01RRS	08RRS	18RRS	36RRS	37RRS	40RRS	04RK	320
Tipo de contentores	Médios 209 de 1100L e 1 de 240L	Média de 206 de 1100L	Média 202 de 1100L 147 de 240L e 28 de 120L	Média 286 de 1100L	Mistos de 187 de 1100L. 147 de 240L e 28 de 120L	Pequenos:1109 de 120L e 212 de 240L	Grandes:30 Moloks de 5000L	Grandes carga laterak 126 de 2400L e 21 de 3200 L
Tipo de viatura	Por placa 15 m3	Por placa 15 m3	Por placa 20m3	Por placa 20m3	Por placa 20 m3	Por placa 15 m3	Caixa aberta com grua	Por placa 25 m3
Quantidade de resíduos removido por km efetivo (kg/km)	998	1606	547	762	667	603	523	936
Quantidade de resíduos removido por ponto de recolha(kg/local)	177	191	103	130	129	9	472	256
Quantidade de resíduos removido por hora de trabalho(kg/h)	2223	2709	1926	2642	3011	1322	1688	4594
Coeficiente de concentração do percurso (%)	11	11	29	20	32	16	21	32
Velocidade média de trajeto (km/h)	21	15	12	17	14	14	15	15
Nº de fretes por percurso	2,07	2,21	1,38	2,14	1,38	1,71	1,5	2,67
Consumo de combustivel por quilómetro (l/km)	0,55	0,64	0,54	0,64	0,64	0,59	0,78	0,86
Horário efetivo por horário normal	0,88	0,82	0,85	0,86	0,77	1	0,72	0,96

2.7.3. MODELO DE BASE DE DADOS E SIG APLICADA À GESTÃO DE RESÍDUOS

A gestão autárquica de resíduos é uma tarefa que operacionalmente apresenta alguma complexidade pois integra um conjunto de serviços diversificados quer de âmbito técnico, operacional, económico e social (informação, operação, pagamento, recibos). Neste âmbito interagem serviços operacionais, serviços administrativos, fiscalização, cidadãos, empresas, prestadores de serviços. A aplicação de SIG à recolha de resíduos urbanos, inclui a localização de ecopontos, a definição das especificações para o serviço de recolha (tipologia de resíduos, freguesia, capacidade, aquisição, etc.), o registo operacional de serviços realizado (tempos, ecopontos, quantidades, tipologia, etc.), o pessoal do serviço que realizam num dado percurso, etc. A gestão contratual nomeadamente Pay-as-you-throw (PAYT), isto é, das tarifas de resíduos urbanos a ser pagos pelos cidadãos de acordo com o princípio do poluidor-pagador descrita na Lei-Quadro de resíduos e na directiva europeia, é também uma tarefa que interage com SIG. Na figura seguinte vem descrita um exemplo de estrutura de tabelas de dados a aplicar à gestão de RU.

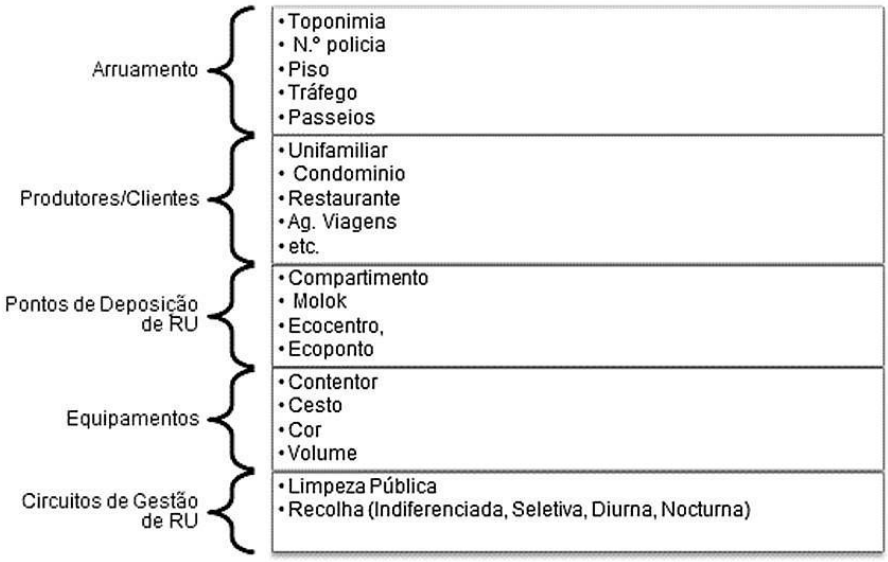


Figura 2.20 – Esquema exemplo das tabelas de dados a constar num sistema de gestão de RU (Maiambiente, 2006)

O uso de base de dados é de fácil utilização, havendo possibilidade de realizar listagens e fazer consultas, fazendo relatórios de tempos de serviço, Quantidades geridas, distâncias percorridas e listagem de Clientes. É possível incluir, remover ou modificar dados e interligá-los com mapas de rede viária, aéreos, etc. As aplicações de tecnologia SIG na área da gestão de RU são menos correntes. Contudo não é difícil depreender o potencial desta ferramenta em temas tais como: a divulgação pública ao cidadão relativa aos serviços de recolha dos RU, a gestão de infra-estruturas de alocação de RU (contentores), a optimização de percursos segundo as

necessidades de recolha e as especificações da rede viária, e ainda a gestão administrativa de contratos de prestação de serviços de recolha, tratamento e valorização entre a autarquia e os utentes bem como da entidade gestora e avaliação do desempenho ambiental através do uso de indicadores e “benchmarks”, etc. (Monteiro, 2009)

Outro exemplo respeita à avaliação das necessidades espaciais em termos de contentorização segundo os atributos do cadastro habitacional ou densidade demográfica. Outra potencialidade por parte da ferramenta SIG é a capacidade na definição de percursos (rotas) de recolha das diferentes fileiras de materiais, tendo por base critérios diferenciados, nomeadamente a optimização temporal ou espacial. (Monteiro, 2009)

Também é possível a racionalização da frota de recolha e a respectiva força de trabalho em função do serviço necessário segundo os níveis de enchimento dos diversos equipamentos. Atualmente, é possível estabelecer a ligação entre sistemas SIG e sistemas GPS (Global Position System) no apoio à navegação viária, na medida em que, a referida funcionalidade é relativa à motorização em tempo real do serviço de recolha dos fluxos de materiais. Relativamente, a quantidades recolhidas, fracção de enchimento e das rotas de recolha (“tracking”) é já uma realidade ao nível de equipamentos e “software”. Também é possível a atualização de sistemas de bases de dados em tempo real a partir (a) dos níveis de enchimento ou de carga de contentores posicionados na via pública por via remota, (b) tendo em conta impedimentos viários (obras, congestionamentos ou acidentes) permitindo a reconfiguração das rotas e adequando-as às necessidades de serviço. Como os custos de gestão de RU são fortemente marcados pelos custos de recolha e transporte, facilmente se depreende que a melhoria de percursos acarreta vantagens significativas, nomeadamente a redução significativa em termos de custos. Assim, tira-se partido de aplicações vocacionadas para a optimização de percursos em ambiente SIG (como é o caso do Network Analyst). Para o efeito é necessário existir suficiente informação, o cadastro dos contentores e o cadastro da rede viária respectivamente, contendo um conjunto apropriado de especificações. Verificou-se que a tecnologia ainda não tinha sido aplicada na gestão de RU, pelo que houve a necessidade de refletir sobre quais os atributos/especificações necessários às bases de dados. (Monteiro, 2009) Na ausência de especificações necessárias à elaboração de um cadastro de infraestruturas, houve a necessidade de conceber um modelo de cadastro para as infraestruturas de contentores de recolha existentes na via pública, que não tivesse em conta somente a aplicação atrás referida, mas que servisse um conjunto de propósitos mais vasto, tais como os referidos na secção anterior. (Monteiro, 2009) A rede viária carece geralmente de especificações e de detalhe necessário, embora exista informação georreferenciada, esta não é acompanhada de um conjunto de atributos, tais como os que podem caracterizar o tráfego que suporta, o sentido de circulação, limite de velocidade entre outros. A informação cadastral refere ao conjunto de informações de suporte em SIG para gestão de RU Inclui aos eixos de via, os ecopontos, os contentores e o edificado. O cadastro de contentores tem ligações com o inventário dos bens municipais. Os atributos da rede viária que interessam à gestão de resíduos não são

específicos, interessando a certamente a muitas outras situações. O cadastro dos eixos de via tem utilidade para múltiplas aplicações municipais (gestão de trânsito, transportes públicos, georreferenciação de endereços, bombeiros, etc.) que, não sendo uma tarefa da responsabilidade do serviço responsável pala gestão de RU, deve anteceder os cadastros de ecopontos e contentores. O conjunto de dados apresentados anteriormente permite um arquivo para registo de toda a informação de exploração do sistema, o cruzamento de informação ("joins" ou "relates"), o tratamento de informação, a edição de informação ("querys", gráficos e quadros), a informação ao cidadão sobre a localização dos contentores, dias de recolha, entre outros. (Matos, Capítulo 8 – Sistemas de informação geográfica aplicados à gestão de resíduos, 2008) A existência de uma ligação a uma aplicação de gestão de património, torna possível em cada momento, quais são os contentores em mau estado e que precisam de substituição. Relativamente aos contentores, desde que estes possuam sensor de carga, o sistema pode atualizar a base de dados sem intervenção humana e, deste modo, até se pode fazer rotas otimizadas diariamente, circulando apenas entre os ecopontos em que, no sistema, estão identificados como estando acima de um determinado nível de enchimento. Possuindo informação demográfica desagregada à subsecção estatística, é possível estimar a produção de resíduos e a sua distribuição espacial e ainda apoiar a análise de desempenho do nosso sistema de recolha. Para este efeito é necessário dividir a nossa área em células de tamanho pré-definido, para cada célula estimar a população residente, e, a partir da capitação, estimar a produção de resíduos, para depois confrontar com os resíduos efectivamente recolhidos. Esta análise é particularmente interessante para avaliar a recolha de resíduos recicláveis. (Matos, 2008)

2.8. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCEIROS DA GESTÃO DE RESÍDUOS

A produção de resíduos está diretamente relacionada com as práticas de vida das populações, nomeadamente os níveis e hábitos de consumo, sendo atualmente a sua sustentabilidade um dos mais importantes desafios ambientais. A necessidade de minimizar a produção de resíduos e de assegurar a sua gestão sustentável reflete-se nos gastos efetuados pelas administrações públicas ao longo do período em análise. Com efeito, a partir de 2007, as administrações públicas aplicaram anualmente neste domínio ambiental mais de 500 milhões de euros. Mais de metade dos gastos da administração local foi aplicada nas atividades de recolha e transporte de resíduos, incluindo a varredura e limpeza urbana, asseguradas principalmente pelos serviços municipais e municipalizados do país. Na Figura 2.21 e Figura 2.22 vêem descritos as despesas da Administração pública em matéria de ambiente e a percentagem de gastos com a gestão de residuos, nos gastos totais da Administração pública em matéria de ambiente.

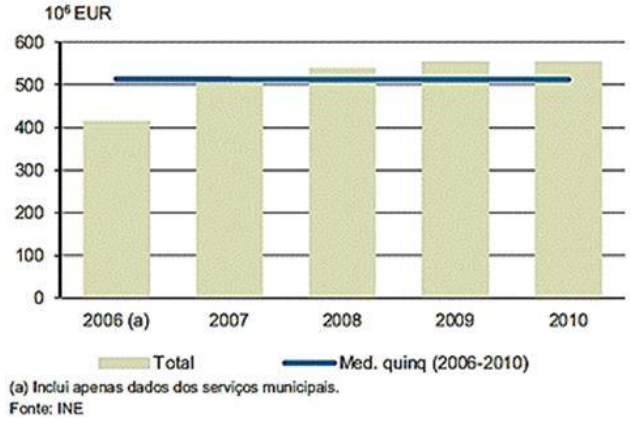


Figura 2.21 – Despesa da administração pública na gestão de resíduos (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

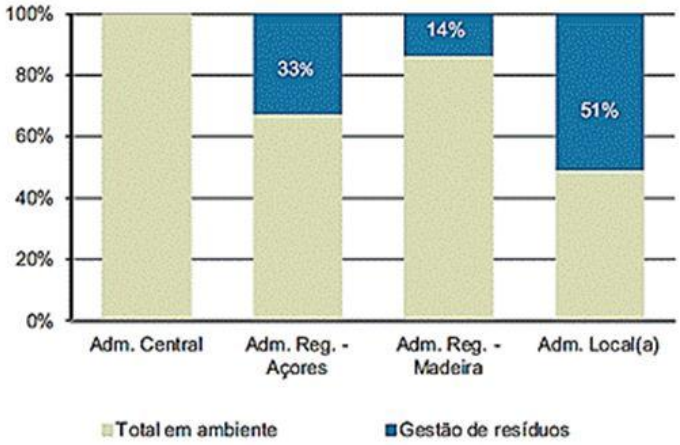


Figura 2.22 – Percentagem da gestão de resíduos no total da despesa em ambiente, por setor institucional (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

A gestão de resíduos é uma actividade que exige investimentos significativos em infraestruturas e recursos humanos e implica custos de operação particularmente elevados. Em Portugal, as tarifas suportadas pelos munícipes que são a principal fonte de receitas do setor, assumem grande variabilidade e não suportam os custos reais de gestão dos resíduos urbanos, contribuindo para o endividamento dos municípios e para o enfraquecimento da capacidade de inovação e desenvolvimento tecnológico do sector. (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

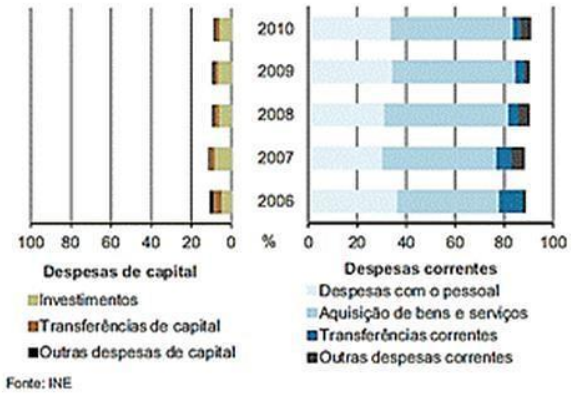


Figura 2.23 – Despesas da Administração Pública na gestão de resíduos, por agregado económico (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

Em termos de agregados económicos, salientasse no período em análise, o predomínio das despesas correntes face às de capital. Com efeito, cerca de metade das "Despesas correntes" referem-se a "Aquisição de bens e serviços", de recolha de resíduos (indiferenciada e seletiva) realizada por terceiros mediante contratos de prestação de serviços e os pagamentos a entidades gestoras de serviços "em alta", responsáveis pela armazenagem, triagem, valorização e eliminação dos resíduos. Inclui também os "Gastos com pessoal" (1/3 das despesas correntes) que totalizado aos movimentos anteriores representa 83% do total de despesas correntes em 2010. Nas "Despesas de capital" regista-se que a contribuição dos "Investimentos" no último ano não foi além dos 6% no total das despesas. (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011). Na Figura 2.24 vêem descritas as despesas por habitante na gestão de residuos em Portugal.

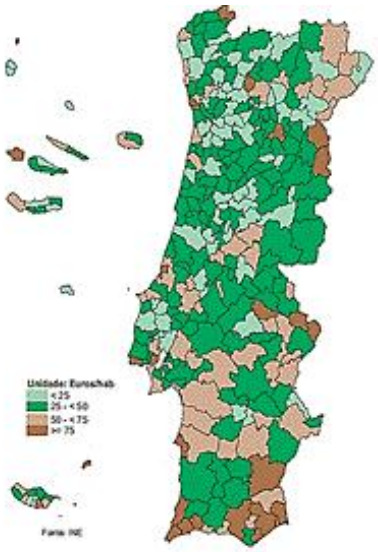


Figura 2.24 – Despesas da Administração Pública por habitante no âmbito da gestão de resíduos (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

Em 2010, cerca de metade dos municípios do país gastaram, em média, entre 25 e 50 euros/ habitante com a gestão de resíduos. Aproximadamente 1/4 dos municípios, sobretudo das regiões Norte e Centro e abrangendo cerca de 1/5 da população, situam-se no escalão inferior a 25 euros/habitante. No extremo oposto, 9% dos municípios encontram-se no escalão mais elevado, com realce para os municípios situados nas zonas turísticas do litoral do Continente e Regiões Autónomas. (INE, Estatísticas do Ambiente 2010, 2011)

O défice dos municípios com a gestão de resíduos urbanos motivou a encomenda pela ERSAR do estudo relativo à análise dos tarifários de serviços de gestão de resíduos urbanos em Portugal. Com o objetivo de elaborar um diagnóstico de situação e definir estratégias de recuperação de custos com este serviço.

Tabela 2.19 - Custos e receitas com os serviços de gestão de resíduos urbanos e de limpeza e varredura dos municípios (€/habitante.ano) (IRAR & CESUR, 2007)

Região	Receitas	Custos de remoção, transferência e tratamento de resíduos urbanos	Défice das autarquias		Custos de limpeza e varredura urbana
			Valor	%	
Continente	12,07	39,87	27,80	70%	12,41
Açores	7,45	23,81	16,36	69%	7,47
Madeira	18,17	27,31	9,14	33%	42,66
Portugal	11,96	39,24	27,28	70%	12,32

Este estudo indica que o custo anual médio do serviço de recolha, transporte e tratamento de resíduos urbanos para os municípios, é de 39,24 € por habitante ano em Portugal Continental.

Em síntese, verifica-se que as autarquias suportam um défice tarifário anual médio de cerca de 70% do custo dos serviços de remoção, transferência e tratamento de resíduos urbanos prestados, sendo necessário por esse facto canalizar outros meios financeiros para suportar esta diferença entre custos e receitas. Este valor traduz um custo operacional médio dos municípios com o serviço de recolha indiferenciada e respetivo tratamento nas infra-estruturas de processamento dos sistemas de gestão em alta de 69€ por tonelada, sendo o valor mínimo de 51,35€ por tonelada e máximo de 68,95€ por tonelada. O valor pago pelo serviço de recolha e transporte de resíduos indiferenciados, suportado diretamente pelos municípios foi em média, de 71,8€ por tonelada, variando entre um mínimo de 58,48€ por tonelada e um máximo de 104 € por tonelada. (Teixeira, 2010)

O custo médio da limpeza e varredura, por habitante servido, foi de 12,32 €/habitante.ano, 12,41 €/habitante.ano no Continente, 7,47 €/habitante.ano nos Açores e 42,66 €/habitante.ano na Madeira

Torna-se assim importante a adopção de sistemas tarifários em função da quantidade de resíduos produzidos, de forma a diminuir a produção de resíduos indiferenciados e a incentivar a deposição seletiva de materiais. Os instrumentos económicos apresentam assim um papel importante nas

medidas de gestão de RU. A sua aplicação à gestão de RU pode ser utilizada como ferramentas, para, entre outras a redução da produção de resíduos, para ao incentivo à reutilização e reciclagem de materiais, como apoio aos sistemas sustentáveis de gestão de RU e à geração de receitas para cobrir os custos.

2.8.1. TARIFÁRIOS DE GESTÃO DE RU

Os tarifários existentes em Portugal não permitem às autarquias a recuperação da totalidade dos custos do sistema de gestão de RU, pelo que é recomendada a implementação de um novo sistema tarifário em função da quantidade produzida PAYT, que incentive, por via financeira, a separação na origem e o aumento das taxas de recolha seletiva.

Em Portugal na maioria dos municípios, a tarifa é calculada com base no consumo de água das famílias existindo três tipos:

- Tarifa fixa que é uma tarifa única para cada tipo de consumidor e cobrada por contador de água (representa 22% dos tarifários em Portugal)
- Tarifa variável que é indexada ao consumo de água, através da utilização de escalões de consumo ou correspondente a uma percentagem de fatura da água (representa 24% dos tarifários em Portugal.
- Tarifa fixa e variável é constituída por uma componente fixa e por outra componente indexada ao consumo de água (representa 20% dos tarifários).

As tarifas de RU que dependem de outros factores, que não só o consumo da água, são aplicados em função da:

- Frequência da remoção – Número de dias por semana em que os RU são removidos;
- Sistema de remoção – Tipo de sistema utilizado para remoção dos resíduos: porta-a-porta, por pontos ou misto;
- Características do município – Área urbana ou rural. Em nenhum dos municípios que aplicam esta tarifa foi considerada uma área com características mistas (urbana e rural);
- Características do município e frequência de remoção – Tem em conta a conjugação de dois factores: Número de dias por semana em que os RU são removidos nas zonas urbana e rural;
- Área de habitação – Dimensão da área de habitação

O que verifica é que nenhum destes sistemas se encontra de acordo com o principio de poluidor-pagador, pois em consequência dele, a gestão de todo o processo de gestão de residuos tem custos inerentes que devem ser contabilizados e geridos convenientemente para que o balanço

seja positivo. Ora, neste momento o saldo é negativo, sendo que as despesas superiores às receitas cobradas aos munícipes de cada região em que se encontram inseridos. O valor que os cidadãos pagam pelo serviço de recolha de RU deveria cobrir os custos totais da recolha, transporte e tratamento de residuos. (IRAR & CESUR, 2007)

Na aposta de sistemas tarifários segundo o modelo PAYT pretende-se que haja um sistema de contratualização do serviço de gestão de RU com a população. Esse sistema tem em conta as infra-estruturas de gestão de RU disponibilizadas e acessíveis a cada cidadão.

Os sistemas PAYT baseiam-se na aplicação de dois princípios: o poluidor pagador e a responsabilidade partilhada, segundo os quais os munícipes deverão pagar os custos que a sua parte de responsabilidade na cadeia de consumo geração.

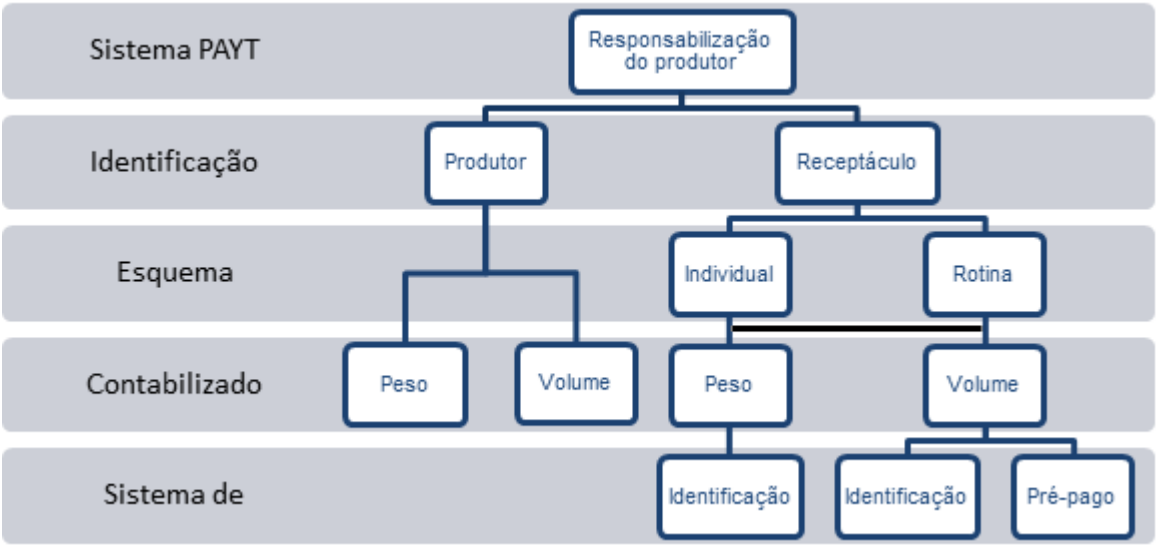


Figura 2.25 – Principais alternativas para implementação e um sistema PAYT conhecidas na Europa

Os produtores são diretamente cobrados no ato de acesso aos equipamentos para deposição de residuos, através de sistema de identificação através de chaves os cartões eletrónicos que permitem o registo da utilização do serviço e posterior faturação. A quantificação dos residuos por sistema de câmara, conhecido por sistema de bloqueio de residuos ou instalação lockhopper, apresentando uma boca de abertura com dimensão específica, podendo ser baseada no peso e no volume.

Relativamente ao peso, o contentor possui um sistema que contabiliza a diferença de peso da totalidade dos residuos neles depositados, antes e após a abertura do contentor, ou existe uma antecâmara no contentor, tal como em sistemas baseados no volume, munida de balança que pesa os residuos introduzidos. No caso o volume, a porta de acesso ao equipamento de deposição tem uma dimensão determinada, consoante o volume permitido para deposição.

Relativamente ao sistema por recetáculo, estes podem ser classificados em cinco tipos principais:

- Sistema de contentor variável ou de subscrição do contentor onde o munícipe escolhe o número ou o tamanho do contentor, para a sua quantidade semanal de deposição.

- Saco em que os munícipes compram os sacos de diferentes corem ou com logotipos de acordo com o tipo de residuo e colocam os resíduos produzidos no respetivo saco, para que seja efetuada a recolha.

- Sistema baseado no peso em que utilizam viaturas de recolha equipadas com sistemas de pesagem dos contentores recolhidos individualmente sendo pago mediante o peso real.

- Programa de etiquetas e autocolante onde os munícipes compram etiquetas ou autocolantes, destinadas a diferentes tipos de resíduos, que depois colocam nos resíduos que querem que sejam recolhidos (atados ou colados em sacos ou outro meio usado).

Figura 2.26 – Exemplos de sistemas de recolha através do sistema PAYT

Os tarifários variáveis de resíduos em função da quantidade produzida têm vindo a ser adoptados em inúmeros países da União Europeia e também noutros países a nivel mundial. Nos EUA atualmente existe uma grande aposta em tarifários PAYT, estando já implementados vários programas deste género em cerca de 7100 comunidades. Em São Francisco da Califórnia, está implementada desde 1932, oferecendo descontos a todos os cidadãos idosos, com baixos rendimentos e a população com necessidades especiais.

O inquérito feito por Waste Watch demonstrou que 57% dos inquiridos concordam com a ideia de taxar a recolha de resíduos por contentor ou saco, enquanto 31% afirmaram discordar da ideia. Por sua vez, no estudo de Onyx Enviromental Trust/Open University foi efectuado um inquérito

telefónico a 1000 adultos em todo o Reino Unido, no período 4 a 16 de Fevereiro de 2000, baseado num inquérito similar conduzido em França (2000). Neste inquérito foram colocadas questões relacionadas com a temática dos tarifários PAYT. No futuro, os residentes podem ser taxados de acordo com a quantidade de resíduos produzidos em cada habitação (como no caso da eletricidade e do gás cujos custos variam com o consumo). Qual é a sua opinião sobre esse tipo de sistema de taxas? Aqueles que responderam positivamente foram questionados porque é que assim afirmaram. A construção do questionário não torna claro se os residentes têm a perceção de só pagarem pelos resíduos indiferenciados, não pelos outros resíduos recolhidos separadamente, pelo que este poderá ter sido o motivo pelo qual as respostas não foram particularmente positivas. Um total de 53% dos entrevistados sentiu que tal sistema seria injusto. Contudo os grupos socioeconómicos mais favorecidos estavam divididos equitativamente nesta questão e os recicladores regulares e os que fazem compostagem doméstica são os que mais provavelmente pensam que este sistema é justo. Existiu também alguma variação regional com os residentes das áreas rurais e os residentes no Sul a consideraram numa maior proporção que seria um sistema justo. (Sousa, 2008)

Tabela 2.20 - Efeitos das taxas variáveis associadas à produção de resíduos em países europeus (Sousa, 2008)

Classe	Tipo de informação	Efeitos sobre a redução, a classificação e a prevenção, e efeitos negativos
Alemanha	Experiência de Güterloh: custo	Redução de 20% dos resíduos domésticos
	Experiência em Reinbach-Oberdrees	Redução de 46% da fracção de resíduos indiferenciados
	Experiência em Esslingen	Redução de 37,5% da fracção de resíduos indiferenciados 49% de participação das famílias na reciclagem individual
	Experiência em Warstein	Redução de 20% da fracção de resíduos indiferenciados Forte crescimento da classificação
Bélgica	Experiência na Wallonie em 1996 nos municípios	Redução de 33% da fracção de resíduos indiferenciados nos municípios com taxas variáveis em comparação com os outros
	Regressão multivariável sobre as informações dos municípios realizadas pela OVAM em 1996	Redução de 13% de resíduos domésticos, dos quais 5,1% de classificação e 7,9% de prevenção ou efeitos negativos
Holanda	Estudo realizado pelo Ministério do Ambiente (VROM) para a empresa KPMG em 1995-1996.	Redução de 12 a 30% de resíduos domésticos, dos quais 6 a 8% de classificação, 3 a 10% de efeitos negativos e 3 a 12% de prevenção (estimativa)
Luxemburgo	Projecto-piloto em Koerich e Kopstal (SICA) 1994-1997	Redução de 37,5% da fracção de resíduos indiferenciados em Kopstal; Redução de 52% da fracção de resíduos indiferenciados em Kopstal
	Resultados sobre os oito municípios da SICA, em 1998	Redução de 47,3% da fracção de resíduos indiferenciados em Kopstal

Os sistemas de taxas variáveis aplicam-se de forma generalizada em toda a Europa, sendo cada vez mais utilizados, representando um elemento importante na política de resíduos a nível nacional, regional e local;

Nos locais onde os sistemas estão a ser desenvolvidos é feito um esforço grande no sentido de que a sua aplicação seja a mais eficiente possível, com o objectivo de aumentar a prevenção da produção de resíduos, a compostagem individual e a recolha seletiva, assim como a minimização dos efeitos negativos. (Sousa, 2008)

Os dados disponíveis (e analisados pela ACR) sobre os sistemas de taxas variáveis permitiram as seguintes conclusões:;

- Aumento da separação de resíduos;
- Incentivo à prevenção na fonte e da compostagem doméstica;
- Presença de efeitos negativos que podem ser minimizados com a adopção de medidas de acompanhamento adequadas;
- O sistema de taxas variáveis deve ter em conta alguns aspectos para poder alcançar um resultado ambiental e económico superior do que sucede atualmente:
- Informação e comunicação à população;
- Transparência do sistema;
- Aplicação de um sistema de recolha seletiva eficaz;
- Análises quantitativas dos efeitos e das consequências dos sistemas;
- Factores socioeconómicos (rendimento, educação, dimensão da família);
- Tipo de habitação: prédios em altura (habitação multifamiliar) ou moradias (habitação unifamiliar);
- Seleção dos tipos e dimensões dos contentores de acordo com os comportamentos da população;
- Aplicação de um sistema eficaz de penalização.

3. CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO – MUNICÍPIO DE AVEIRO

3.1. BREVE RESENHA HISTÓRICA

O município de Aveiro, desde sempre ligado a atividades económicas, teve como principal atividade a produção de sal e o comércio naval como as suas mais-valias.

O sal, em tempos passados, era considerado um bem de troca extremamente valioso remontando a sus exploração desde os tempos romanos, estando comprovado documentalmente a partir de 959, no testamento da Condessa Mumadona Dias ao Cenóbio [mosteiro] de Guimarães.

Foi nesse mesmo testamento que surge a mais antiga forma que se conhece do topónimo Aveiro, em que Mumadona Dias doa em testamento toda a região ao mosteiro de Guimarães "Suis terras in Alauario et Salinas".

Nos inícios do século XV, a edificação de um pano de muralhas em torno do núcleo urbano espelha o prestígio e crescimento que Aveiro teria alcançado. Posteriormente instalar-se-iam as instituições religiosas e assistenciais que, durante séculos, dariam fulgor à urbe ajudando-a a ultrapassar os momentos menos bons vividos, nos séculos XVII e XVIII, com o progressivo assoreamento da barra. Será a abertura artificial desta, concretizada em 1808, que devolverá, paulatinamente, o dinamismo a Aveiro, marcando o início de uma nova época.

A preponderância de imóveis dos séculos XIX e XX reflete bem essa fase, revelando também o desejo de acompanhar o gosto da época, evidente na decoração com apontamentos Arte Nova de alguns edifícios, repetidos noutros locais da região, ou nas linhas depuradas de uma Art Déco e de um Modernismo impulsionado pelo Estado Novo. Hoje o desafio está no campus universitário, palco de atuação dos grandes arquitetos nacionais.

Na região subsiste a tradição em algumas vivências etnográficas, bem como na arquitetura do meio rural da região, onde se fundem várias vertentes da construção tradicional portuguesa materializadas na casa gandaresa. Aveiro conserva também no Alboi e, em particular, no bairro da Beira Mar casas térreas revestidas a azulejo, testemunhos vivos de antigos marnotos [salineiros] e pescadores fiéis devotos de S. Gonçalinho e S. Roque.

A Ria de Aveiro estende-se, pelo interior, paralelamente ao mar, numa distância de 45 km e com uma largura máxima de 11 km, no sentido Este-Oeste, desde Ovar até Mira.
A Ria é o resultado do recuo do mar, com a formação de cordões litorais que, a partir do século XVI, formaram uma laguna que constitui um dos mais importantes e belos acidentes hidrográficos da costa portuguesa. O cordão dunar de S. Jacinto com a sua reserva, santuário da natureza, e a pequena povoação marcada pela faina lagunar, pela arte xávega e pela longínqua pesca do bacalhau nos mares frios da Terra Nova.

A preponderância da indústria cerâmica na região não é, apenas, um reflexo dos avanços tecnológicos, resultando antes de uma longa tradição produtiva favorecida pela constituição geológica da região e que remonta, pelo menos, ao período tardo-romano/medieval como o evidenciam os fornos cerâmicos de Eixo.

Hoje em dia Aveiro é uma região em franco crescimento económico conseguindo aliar os testemunhos do passado às exigências atuais, envolvendo a Universidade de Aveiro, num caminho para o desenvolvimento sustentável que procurará garantir o futuro.

3.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O município de Aveiro fica situado na região Centro, sub-região do Baixo Vouga. É limitado a norte pelo município de Murtosa, a nordeste pelo município de Albergaria-a-Velha, a leste pelo município de Braga, a Sul pelo município de Oliveira do Bairro, a sueste pelos municípios de Vagos e de Ílhavo e a oeste por uma pequena faixa do Oceano Atlântico. É sede de um município com 78 463 habitantes e 199,77 km² de área, subdividido 14 freguesias urbanas, rurais e peri-urbanas. Sendo as freguesias rurais e peri-urbanas, as freguesias de Aradas, Cacia, Eirol, Eixo, Nariz, Oliveirinha, Requeixo, São Bernardo, São Jacinto, Santa Joana e Nossa Senhora de Fátima e as freguesias mais urbanas de Esgueira, Glória e Vera Cruz, caracterizando estas a cidade propriamente dita.

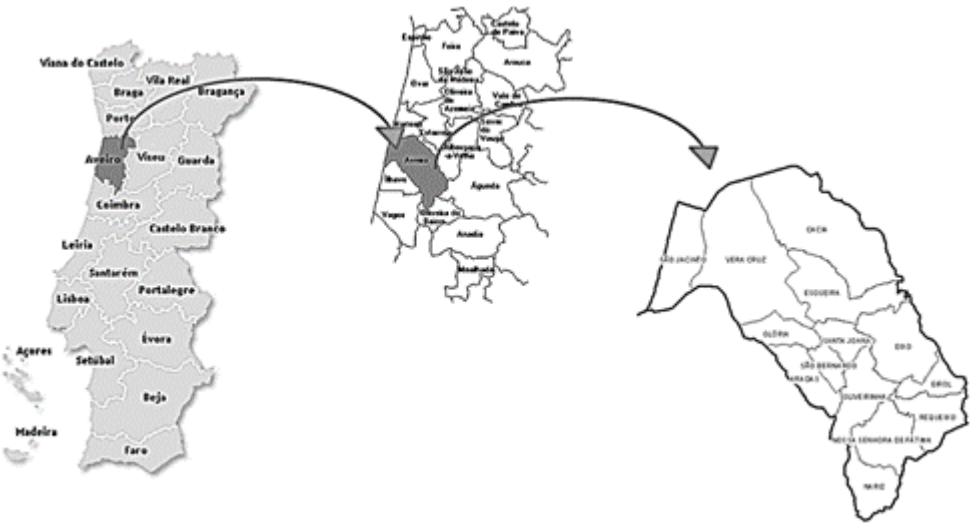


Figura 3.1 - Mapa de localização do Município de Aveiro no mapa de Portugal

A cidade costeira de Aveiro, que se encontra situada na transição da zona dos anticiclones subtropicais para a zona das depressões subpolares do hemisfério norte. Do ponto de vista morfo-estrutural, o território municipal desenvolve-se na sua totalidade pelos terrenos recentes da Orla Meso-Cenozóica Ocidental, apresentando, por esse motivo, uma componente física típica desta

unidade estrutural, a qual se desenvolve predominantemente em materiais argilosos, arenosos e em muitos sectores aluviões, assim como uma cobertura eólica recente que predomina ao longo da faixa costeira onde se desenvolveram dunas, e das quais, por várias razões de índole ambiental se destaca as da Reserva Natural das Dunas de São Jacinto.

A topografia da região é dominada por uma grande laguna, denominada vulgarmente de Ria de Aveiro, que se desenvolve paralelamente à linha de costa.

A Ria tem uma largura e comprimentos máximos de cerca de 10 e 45 km, respectivamente, e ocupa uma área molhada de aproximadamente 45 km^2 na baixa-mar e de cerca de 120 km^2 na preia-mar.

Este trecho de território, que sofreu uma evolução bastante recente (o fecho do cordão litoral – Barra, é apenas do século XVII) é dominado por uma costa arenosa e baixa, - a laguna de Aveiro - , e que se assume, claramente, como o mais marcante "acidente" morfológico na dinâmica do "dia-a-dia" das populações deste sector do litoral ocidental. Este sistema lagunar, situado na embocadura do rio Vouga, corresponde à progressão de duas restingas arenosas, que progrediram de Norte e de Sul, tendo isolado este sistema do mar, só não coalescendo devido à sua abertura de modo artificial nos princípios do século XIX – Barra de Aveiro.

Assim, na plataforma litoral depositaram-se materiais sedimentares, que deram origem aos cordões dunares, como as dunas de São Jacinto, responsáveis pela própria formação da laguna, uma vez que dificultando a drenagem para o mar das águas do rio Vouga, que transportando enormes quantidades de sedimentos de origem continental que se foram (e vão) depositando, dando assim origem ao delta interior da laguna, criado ao longo do período de fecho da baía.

Dadas as características morfológicas da Plataforma Litoral, do ponto de vista hipsométrico, as altitudes do Município de Aveiro raramente ultrapassam os 30 metros de altitude acima do nível atual do mar, o que por sua vez, determina declives muito suaves, ou mesmo a sua ausência em amplos sectores do território municipal

3.3. DEMOGRAFIA E DINÂMICA POPULACIONAL

O Município de Aveiro apresenta uma localização privilegiada no Centro Litoral, sendo um dos núcleos urbanos com maior relevância do ponto de vista demográfico da Região Centro, estando inserida no território do Baixo Vouga. O município tem registado, ao longo das últimas décadas, um crescimento regular da população residente, só interrompido, nos anos vinte, pela ligeira quebra provocada pela pneumónica.

A distribuição da população concelhia tem vindo a evoluir no sentido da concentração em vários núcleos urbanos, com especial relevância no que respeita à cidade, tendência esta que favorece a dotação de infra-estruturas e equipamentos.

A cidade tem registado um forte crescimento demográfico resultante de movimentos migratórios atraídos pela sua grande dinâmica económica e social e, sobretudo, pela Universidade.

Aveiro com os seus 78 450 habitantes (dados de 2011) apresenta-se como sendo o Município mais populoso da Sub-região do Baixo Vouga, representando 20,07% do total populacional desta Sub-região, valor que deve ser interpretado atendendo ao número de Municípios desta Sub-região (11 Municípios). Nesta sub-região, o Município da Murtosa apresenta menores quantitativos populacionais (10585 habitantes).

A análise da distribuição dos valores de população residente nas 14 freguesias que integram na actualidade o Município de Aveiro, permite distinguir grupos de freguesias que apresentam comportamentos demográficos diferentes. (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Área, população presente e densidade populacional no município de Aveiro (INE, 2011)

Freguesia	Nº de Habitantes	Área [km^2]	Nº de alojamentos	Densidade Populacional [hab/km^2]	% População do município
Aradas	9157	9,03	4895	1014,1	11,67%
Cacia	7354	37,36	3182	196,8	9,37%
Eirol	753	4,4	342	171,1	0,96%
Eixo	5571	15,8	2526	352,6	7,10%
Esgueira	13431	17,72	6429	758	17,12%
Glória	9099	6,8	6264	1338,1	11,60%
Nariz	1418	9,35	656	151,7	1,81%
Nª Srª de Fátima	1924	12,44	836	154,7	2,45%
Oliveirinha	4817	13,66	2136	352,6	6,14%
Requeixo	1222	11,8	563	103,6	1,56%
Santa Joana	8094	5,61	3510	1442,8	10,32%
São Bernardo	4960	3,98	2280	1246,2	6,32%
São Jacinto	993	13,02	638	76,3	1,27%
Vera Cruz	9657	38,8	6417	248,9	12,31%

De salientar no Município de Aveiro os quantitativos populacionais registados nas três freguesias urbanas de Esgueira, Glória e Vera Cruz, representando 41,03% dos residentes. Verifica-se em relação a 2001 um aumento na freguesia de Aradas, de cerca de 1529 residentes, fazendo representar atualmente uma percentagem populacional superior à freguesia urbana de Glória.

3.4. ESTRUTURA URBANÍSTICA E REDE VIÁRIA

O Município de Aveiro encontra-se localizado num sector do território nacional, onde o sistema urbano apresenta uma estrutura policêntrica, definida em torno da constelação urbana de Aveiro e pelos eixos urbanos de Leiria - Marinha Grande e Coimbra - Figueira da Foz, que apresentam algumas dinâmicas de competitividade e de inovação territorial, enraizadas nas áreas do ensino, da ciência e da inovação tecnológica, de onde se destaca a importância crescente da Universidade de Aveiro.Neste sentido, a cidade de Aveiro para além de se assumir como o principal pólo dinamizador e estruturante da Sub-região do Baixo Vouga, revela-se fundamental no sistema urbano da Região Centro. (Valério, 2010)

A posição estratégica e central no território nacional do Município de Aveiro, resulta da sua integração no tráfego nacional - Norte/Sul - e regional, associando-se sobretudo com as acessibilidades resultantes da articulação de cinco grandes eixos, quer rodoviários – A25, A1, A17 e A29 -, quer ferroviários - Linha do Norte. Em termos de infra-estruturas rodoviárias fundamentais de nível hierárquico superior, o Município é atravessado pela A25 (Auto-Estrada Aveiro – Vilar Formoso), esta via assume-se como um importante eixo rodoviário para os distritos de Aveiro, Viseu e Guarda, uma vez que se assume de forma clara, como uma das principais autoestradas de âmbito nacional e europeu. Relativamente ao Município de Aveiro, este eixo viário de traçado transversal (E – O), atravessa o sector central intercetando as Freguesias de Cacia, Esgueira, Vera Cruz e Glória, onde apresenta três nós de ligação, funcionando como via principal na ligação da sede de Município à A1, no nó de Angeja (Município de Albergaria-a-Velha). (Valério, 2010)

Figura 3.2 - Carta da Rede de Acessibilidades do município de Aveiro (Valério, 2010)

Assim a A1 (Auto-Estrada do Norte), via fundamental nas ligações entre Lisboa e Porto, apresenta-se como o eixo estratégico de maior importância a nível nacional e regional, sendo deste modo responsável pela integração deste território com os principais pólos de desenvolvimento nacionais. Ao nível do Município de Aveiro, a A1, intercepta a extremidade Sudeste, localizando-se aí um dos nós de ligação, mais propriamente na Freguesia de Nossa Senhora de Fátima. Com início na A25, a A17 (Auto-Estrada Aveiro - Marinha Grande), representa um eixo fundamental para o Município de Aveiro, na medida em que contribui de forma decisiva para uma melhoria das acessibilidades intermunicipais deste sector litoral de grande dinamismo industrial, ao mesmo tempo que assegura, melhores acessos entre os Portos de Aveiro e Figueira da Foz. De modo algo sequencial (o final de uma corresponde ao início de outra), desenvolve-se a A29 (Auto-Estrada Aveiro - Porto), com ligação à A25 no nó de Angeja (Município de Albergaria-a-Velha), representando esta via actualmente a principal alternativa à A1, ao nível das ligações com a área metropolitana do Porto. (Valério, 2010)

Relativamente à rede viária secundária, fundamental nas mobilidades internasestradas Nacionais e Municipais, o Município de Aveiro apresenta uma cobertura relativamente bem distribuída quando se analisa a acessibilidade das diferentes freguesias à sede de Município e isto mesmo tendo em consideração as dificuldades introduzidas em termos viários pelos diferentes braços da laguna. Neste sentido, uma das vias mais importantes e estruturantes da rede viária, é a EN235, que apresenta ligação à A25 através do nó das pirâmides, na Freguesia de Glória, à A17 na Freguesia de Oliveirinha e ainda à A1 na Freguesia de Nossa Senhora de Fátima. Ao nível das mobilidades locais, assegura a interligação entre as Freguesias de Glória, São Bernardo, Oliveirinha e Nossa Senhora de Fátima, ao passo da sua continuação para o sector Sudeste do Baixo Vouga, assegurando a ligação aos Municípios de Oliveira do Bairro e Anadia. (Valério, 2010)

Relativamente à EN109, esta via representa um eixo estruturante de todo o sector ocidental da Sub-região, assegurando não só os acessos da cidade de Aveiro aos Municípios do sector setentrional, nomeadamente Estarreja, Murtosa e Ovar, em parte condicionados nos acessos à sede de distrito pela laguna de Aveiro, como também aos Municípios localizados no sector Sudoeste, nomeadamente Ílhavo e Vagos. A nível interno e para além de definir a restante rede viária, a EN109, assegura a ligação das Freguesias de Aradas e São Bernardo com as freguesias urbanas – Glória, Vera Cruz e Esgueira. (Valério, 2010)

Em termos de acessibilidades ferroviárias, o Município de Aveiro dispõe de excelentes condições, já que é principalmente marcada, pela Linha do Norte (Lisboa – Coimbra – Aveiro - Porto). Esta linha ferroviária funciona de forma clara como um elemento estruturante do território, enquanto suporte ao transporte de passageiros, bens e mercadorias, tendo determinado uma expansão urbana que lhes é paralela. (Valério, 2010)

3.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA

O municipio de Aveiro possui uma grande percentagem de população ativa predominantemente afeta às actividades do sector terciário.

Todavia, com a crise que tem afetado o sector das pescas e as diversas indústrias que lhe são afetas, a mão-de-obra daí libertada tem sido encaminhada para outros sectores da indústria, nomeadamente as instaladas nas zonas industriais de Aradas, Taboeira, Eixo e Mamodeiro.

Com um ritmo de crescimento industrial expressivo aqueles parques industriais contam com mais de 700 empresas, distribuídas por diversas actividades.

As indústrias mais significativas são as do sector agroalimentar, a cerâmica, a construção civil, produtos metálicos, e da madeira, têm grande expressão no municipio, e têm constituído ao longo dos anos um grande empregador de mão-de-obra.

Como grandes notas de referência encontram-se no município empresas como a Portucel, Vulcano, Renault, embora existam algumas dezenas de fábricas de pequena e média dimensão dispersas.

Numa referência ao tecido económico do município, os valores recentes de 1991 e 2001 indicam uma diminuição dos valores referentes ao sector primário (de 5,24% para 2,07%) e ao sector secundário (de 36,99% para 34,56%) e um reforço da relevância do sector terciário (de 57,76% para 63,38%), no quadro de uma evolução demográfica favorável, já que ocorreu na última década um acréscimo populacional de 10,37% considerando o município (a evolução no Continente traduziu-se no mesmo período por uma evolução de 5,3%). (Valério, 2010)

3.6. O SISTEMA DE GESTÃO MUNICIPAL DE RU E LIMPEZA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE AVEIRO

O aumento da produção de RU nos últimos anos no Município de Aveiro, designadamente de origem urbana, hospitalar, comercial e industrial, a par do que sucede no todo nacional, tem-se transformado num dos principais problemas ambientais.

Esta realidade implica a necessidade de criar um novo modelo de gestão dos RU que passa pelo reforço da recolha seletiva e reciclagem, pela valorização dos RU, bem como pela definição de um quadro regulamentar correto sobre todas as questões que se prendem com a produção, recolha e destino final de RU.

No Artigo 9º do Regulamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Limpeza Pública Publicado no Diário da República nº 243 de 18 de Outubro de 1999, Apêndice nº 132, II Série considera as condições técnicas do Sistema Municipal de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e Limpeza Pública.

Nestas circunstâncias considera-se que o sistema de resíduos sólidos urbanos engloba, no todo ou em parte, as seguintes componentes técnicas:

- Produção;
- Remoção:
    - Deposição;
    - Deposição Seletiva;
    - Recolha;
    - Recolha Seletiva;
    - Transporte.
- Armazenagem;
- Transferência;
- Valorização ou recuperação;
- Tratamento;
- Eliminação

O concelho de Aveiro encontra-se totalmente abrangido por um serviço de recolha/transporte de resíduos indiferenciados e limpeza urbana, efetuado em regime de prestação de serviços pela empresa SUMA, S.A., devidamente habilitada e certificada para o exercício desta atividade, contemplando todas as operações de deposição (fornecimento de contentores), recolha e transporte de RU para destino final.

Os serviços executados pela SUMA são:

- Recolha/transporte de RU
- Lavagem/Manutenção de contentores de recolha de RU
- Recolha de Monos/Monstros
- Recolha de Verdes
- Varredura Manual/Mecânica
- Limpeza superficial dos canais da Ria

A recolha seletiva de resíduos (papel, vidro e resíduos de embalagem) e o respectivo tratamento são assegurados pela ERSUC, empresa à qual foi concessionado o serviço, pelo Ministério do Ambiente. São ainda disponibilizados aos munícipes contentores para separação de OAU, serviço

concessionado à empresa Enviroria, SA e roupões para deposição de roupas, tecidos, tapetes, calçado etc., serviço concessionado à empresa Wippytex.

3.6.1. RECOLHA INDIFERENCIADA

A recolha de RU é efetuada em diversos percursos de recolha, com diferentes frequências em dois turnos distintos, das 22:30h até às 05:15h, ou das 06:00h até às 12:45h, conforme descrito na Tabela 4.4. O acondicionamento dos resíduos efetua-se nos recipientes determinados pela SMA, sendo predominantes os contentores de utilização colectiva normalizados, com a capacidade de 800 litros, sendo a exceção a zona do Bairro da Beira Mar onde a deposição se efetua em sacos plásticos, procedido de recolha porta-a-porta. Tanto os contentores de pequena capacidade e grande capacidade, possuem pegas e saliências próprias de modo a serem carregados para os veículos de recolha. São praticamente todos de polietileno, sendo fechados com uma tampa com dobradiças, equipados com quatro rodas.

Figura 3.3 – Contentor de 120L e Contentor de 800L e MOLOKS de 1100 litros utilizados no município de Aveiro

De referir que a escolha do equipamento de deposição influenciará as quantidades recolhidas e o tempo necessário de recolha em cada ponto. As viaturas utilizadas na recolha de RU no município de Aveiro tem 10,16 ou 20 m^3, equipado, com caixa de recolha com placa de compressão, perfeitamente estanque, de fácil descarga e lavagem, equipado, com basculante hidráulico de contentores normalizados, permitindo um funcionamento silencioso dado as horário que realiza o serviço. A viatura de recolha desloca-se ao longo dos arruamentos do município, percorrendo os percursos. À medida que percorrem o percurso de recolha, os operários deslocam os contentores de superfície de 800 litros, até junto da viatura de recolha para que estes possam ser colocados no elevador da viatura que será imediatamente acionado, efetuando-se de seguida a descarga do contentor no interior da viatura. Após o esvaziamento dos contentores, estes são recolocados no local predefinido para o efeito, devidamente fechados e travados. As zonas circundantes dos contentores de superfície são limpas pelos cantoneiros de limpeza afetos à viatura. A viatura

efetua os percursos com as comportas devidamente fechadas, de forma a evitar o derrame de sólidos ou líquidos na via pública, assim como o cheiro incomodativo para os munícipes.

Figura 3.4 – Viatura de recolha de RU utilizado nos percursos e recolha

Os RU recolhidos são entregues para tratamento e eliminação no Aterro Sanitário Multimunicipal de Aveiro, sito na Zona Industrial de Taboeira, freguesia de Esgueira. Esta infra-estrutura é gerida pela ERSUC, que detém o exclusivo da exploração e gestão do sistema multimunicipal do Litoral Centro em regime de concessão.

3.6.2. LAVAGEM/ MANUTENÇÃO DE CONTENTORES

Os contentores em polietileno necessitam de uma manutenção regular e atenta e são de facto um custo que está inerente ao serviço, mas a maioria das situações que surgem para reparação derivam da má utilização por parte dos munícipes. Cada vez mais estes equipamentos aparecem vandalizados, alguns mesmo queimados aos quais dificilmente se conseguem imputar responsabilidades para reparação dos danos tendo a autarquia que suportar esses custos. A manutenção consiste em proporcionar a assistência técnica necessária para que o parque de contentores instalados se encontre sempre em perfeitas condições, reparando ou substituindo num prazo mínimo qualquer peça deteriorada. A manutenção dos contentores será efetuada recorrendo a uma carrinha para o transporte de peças e um ajudante para proceder à reparação no local. Sempre que se verifique inutilização de contentores, os serviços procedem à sua substituição. A viatura que permite a lavagem de contentores é um equipamento de capacidade $6m^3$ e $8\ m^3$, conforme se trate de percurso rural ou urbano, próprio para lavagem e desinfeção de contentores de RU.

Figura 3.5 – Viatura de Lavagem de contentores de Recolha de RU

Esta viatura especial dispõe de um elevador de contentores (Figura 3.5), colocado na traseira do equipamento que permite a colocação e a elevação (subida/descida) do contentor para dentro da cuba de lavagem. Esta é composta por uma parte fixa e outra móvel que permite a saída da água nas várias fases de lavagem. A lavagem, desinfeção, desodorização e desengorduramento de contentores é efetuada de forma a garantir que estes se mantenham devidamente limpos e bacteriologicamente desinfetados, tanto no interior como no exterior, recorrendo aos meios mecânicos e humanos apropriados, e que garantam as perfeitas condições de salubridade para a via pública.

Este serviço é efetuado mensalmente por lavagem mecânica “in loco”. Todos os contentores são lavados e desinfetados na via pública, por viatura mecânica específica para lavagem de contentores a água quente à temperatura de 90º, com funcionamento silencioso e de modo a que não haja escorrimentos, garantindo sempre perfeitas condições de salubridade para as vias publicas. A operação de lavagem é efetuada no interior da câmara fechada a alta pressão, a viatura utilizada tem capacidade para 6000 litros de água incorporado 6 litros de aditivos desengordurantes e bactericidas para conseguir acção mais eficaz. Durante a mesma operação procede-se à lavagem do interior e exterior dos contentores, a lavagem é efetuada a quente, com um sistema que permite a recirculação de água.

O tempo de duração da operação de lavagem de cada contentor é regulada em função do grau de sujidade detectada, para que o contentor fique limpo numa só operação. A lavagem é efetuada em todos os percursos, e terá lugar imediatamente após a passagem da viatura de recolha de forma a encontrar os contentores vazios. Na Figura 3.6 e Figura 3.7 vêem descritos os planos de lavagem de contentores dos percursos urbanos e rurais do município de Aveiro, respetivamente.

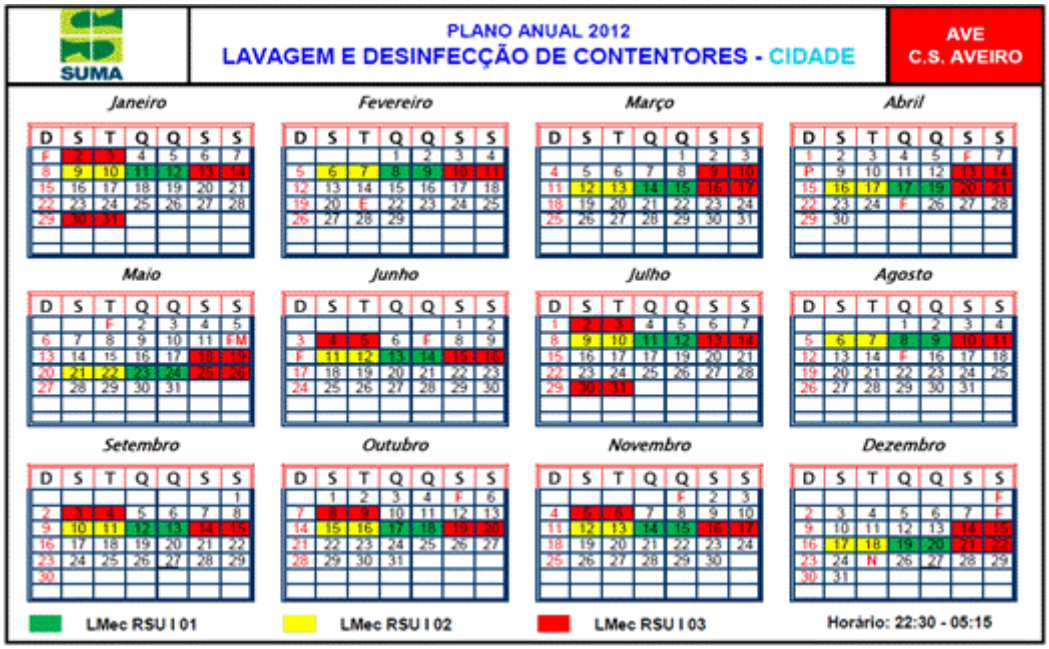


Figura 3.6 – Plano de Lavagem e desinfeção dos contentores para os percursos de recolha urbanos de RU do município de Aveiro

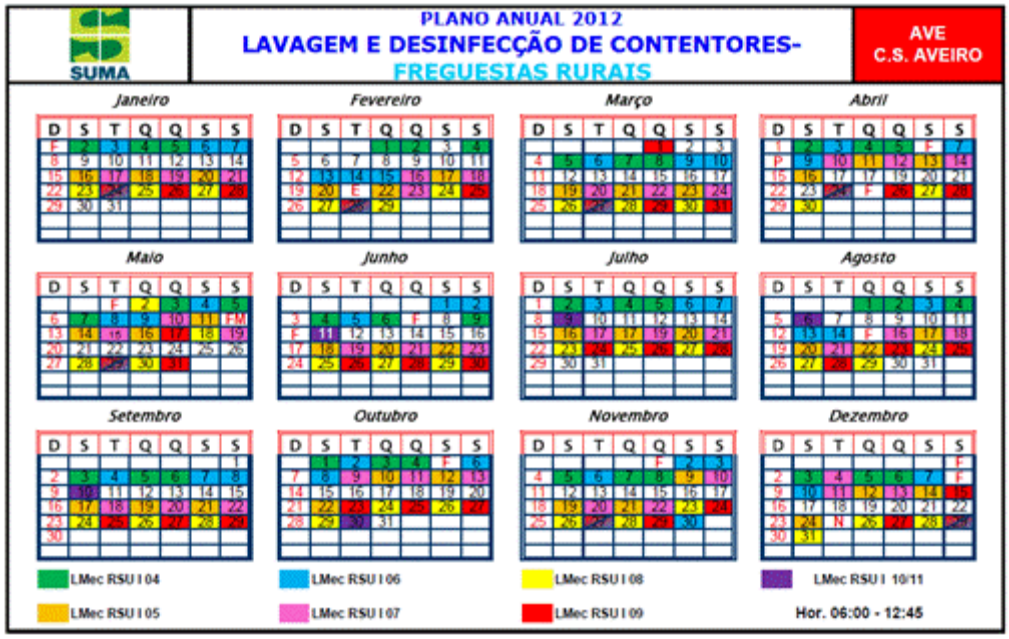


Figura 3.7 - Plano de Lavagem e desinfeção dos contentores para os percursos de recolha rurais de RU do município de Aveiro

3.6.3. RECOLHA MONOS/MONSTROS

Os monos / monstros são objetos domésticos volumosos fora de uso (mobílias velhas, colchões, eletrodomésticos volumosos, etc.). Este serviço gratuito é feito todas as 4ª Feira, entre as 06h:30m e 12h:30m a pedido dos Munícipes. A marcação do serviço de recolha deverá ser solicitada até às 16h00m de 3ª feira.

3.6.4. RECOLHA DE VERDES

Segundo o Regulamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Higiene Pública, no Artigo 5º, alínea c): Resíduos Verdes Urbanos – define resíduos verdes como " os provenientes da limpeza e manutenção dos jardins ou hortas das habitações unifamiliares e plurifamiliares, nomeadamente aparas, troncos, ramos, cortes de relva e ervas. No artigo 23º do referido regulamento são apresentadas as seguintes proibições:

"1. Nos bairros de residências unifamiliares, é proibido colocar nas vias e outros espaços públicos, resíduos verdes urbanos, definidos nos termos da alínea c) do Artigo 5º deste Regulamento, fora dos dias e horários a publicar em Edital.

2. Fora dos bairros de residências unifamiliares, é proibido colocar nas vias e outros espaços públicos, resíduos verdes urbanos, definidos nos termos da alínea c) do Artigo 5º deste Regulamento, sem previamente o requerer à Câmara Municipal de Aveiro e obter confirmação de que se realiza a sua remoção.

3. O pedido referido no número anterior pode ser efectuado pessoalmente, pelo telefone ou por escrito.

4. A remoção referida no n.º 2, efectua-se nas condições a acordar entre a Câmara Municipal de Aveiro e o munícipe.

5. Compete aos munícipes interessados, transportar e acondicionar os resíduos verdes urbanos na via pública, junto à sua residência.

6. Os ramos e troncos finos das árvores não podem exceder 1,0 m de comprimento e os troncos com diâmetro superior a 0,20 m não podem exceder 0,50 m de comprimento."

A recolha de resíduos verdes exige a utilização de equipamento específico, por isso estes não devem ser colocados na via pública sem marcação prévia da sua remoção. A recolha efetua-se em data e hora a acordar entre os SMA ou a SUMA e o munícipe, sendo o serviço gratuito. São considerados resíduos verdes biodegradáveis ramos provenientes de podas de árvores, arbustos, ramagens, etc. Ao requerente do serviço compete transportar os resíduos verdes para o exterior da habitação ou instituição colocando-os em local acessível à viatura de recolha, em quantidade não superior a 1000L ($1m^3$) por recolha. Este serviço normalmente é efetuado à terça-feira, entre as 06h30 e as 12h30.

3.6.5. VARREDURA MANUAL / MECÂNICA

A varredura mecânica é efetuada recorrendo a uma máquina varredora aspiradora que é rentabilizada com o auxílio de 2 sopradores manuais que sopram os detritos para área de aspiração frontal da máquina. Este equipamento faz a recolha de detritos, aspira e compacta os resíduos no contentor que possui. Nos locais onde não é possível aceder, é efetuada a varredura manual com carrinhos próprios de cada varredor. O controlo de ervas infestantes é feito nas ruas manualmente e com recurso a pulverização de herbicida total nos passeios e arruamentos. É também realizada diariamente a recolha de resíduos das papeleiras dispersas pelo município.

Figura 3.8 – Exemplo de equipamentos de varredura e lavagem mecânica e varredura manual utilizada no município de Aveiro

Na Figura 3.9 e Figura 3.10 segue a calendarização da lavagem mecânica e da varredura mecânica existentes no município de Aveiro, respetivamente.

SUMA

CARACTERIZAÇÃO DE CIRCUITOS
LAVAGEM MECÂNICA

aveiro serviços municipalizados

AVE
C.S. AVEIRO

Circuito	Dias de Lavagem Mecânica						Equipamento	Mão-de-Obra	Horário
	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb			
LM 1	x		x		x		1 Lavadora Mecânica	1 Motorista	6:00 às 12:30
LM 2			x		x				
LM 3		x							
LM 4				x					
LM 5						x			

Circuito	Locais
LM 1	Av. Sta. Joana, Av. 25 de Abril, R. Batalhão Caçadores 10, R. J. Mendonça, R. B Magalhães, Rossio, Av. Força Aérea Portuguesa, R. Dr. Luís Gomes de Carvalho.
LM 2	Av. Artur Ravara, Rotunda do Hospital, R. Viana do Castelo, R. Cons. Luís Magalhães, Lg. Maia Magalhães, R. Dr. Alberto Souto, R. Eng.º Oudinot, Centro de Congressos, R. Dr. Mário Sacramento, Av. Araújo e Silva, R. S. Sebastião, Av. Oita.
LM 3	R. Clube dos Galitos, R. da Liberdade, R. da Arrochela, R. Santos Martires, R. Calouste Gulbenkian, Av. Universidade, Rotunda das Glicínias, Artérias principais do Jumbo, R. Ovar, Lg. Mercado Santiago, R. Sta. Mª Feira, R. Nova, R. Bombeiros Velhos, R. Jaime Moniz, R. Sebastião Magalhães Lima, R. Almeida Garrett, R. Paços Manuel, R. Dr. Manuel das Neves, R. Belém do Pará, R. Gustavo F. Pinto Basto, R. Capitão Souza Pizarro.
LM 4	Av. 5 de Outubro, Lg. do Mercado Manuel Firmino, R. Gravito, R. Dr. José Alberto Soares Machado, R. do Carmo, R. de Sá, R. Hintze Ribeiro, Lg. da Estação, R. Almirante Cândido dos Reis, Lg. Praça do Peixe, Lg. S. Gonçalinho, R. Jorge de Lencastre, R. dos Remadores Olímpicos, R. D. José I.
LM 5	R. Viseu, Circular Esgueira, R. José Luciano de Castro, Urb. Carramona, R. Bento Moura, R. Vicente de Almeida Eça, R. Repouso, Av. dos Congressos da Oposição Democrática, R. Comandante Rocha e Cunha, R. Eng.º Avelino Amaro da Costa, R. Dr. Orlando Oliveira, R. Cristóvão P. Queimado, R. Angola, R. Brasil, R. Dr. José Cordeiro, Urb. Olho D'Água, Qta . Sto António, Estrada da Cidadela, R. Elísio F. Feio, R. Amizade, R. Marques Vidal.

Figura 3.9 – Caracterização dos percursos de lavagem mecânica de arruamentos

SUMA

CARACTERIZAÇÃO DE CIRCUITOS
VARREDURA MECÂNICA

aveiro

AVE
C.S. AVEIRO

Circuitos	Dias de Varredura						Equipamento	Mão-de-Obra	Horário
	Seg.	Ter.	Qua.	Qui.	Sex.	Sáb.			
VMC 1	x	x	x	x	x	x	1 Varredora Mecânica	1 Motorista	6:00 às 12:30
VMC 2				x					
VMC 3		x			x				
VMC 4			x						
VMC 5						x			
VMC 6	x		x		x		1 Varredora Mecânica	1 Motorista	6:00 às 12:30
VMF 1		x		x		x			

Circuitos	Locais
VMC 1	Av. Dr. Lourenço Peixinho, R. Viana Castelo, R. Belém do Pará, Av. Sta. Joana, Av. Artur Ravara, Rotunda do Hospital, R. Clube dos Galitos, R. J.P. Mendonça, R. Bento Magalhães, Rossio, R. Dr. Alberto Souto.
VMC 2	R. Condessa Mumadona, R. Calouste Gulbenkian, R. Pega, R. Aquilino Ribeiro, R. Manuel Mendes, R. Prof. Egas Moniz, R. Santos Martires, R. Arrochela, Lg. Conselheiro Queiroz, R. José Rabumba, R. Homem Cristo Filho, R. Remadores Olímpicos, R. D. Jorge Lencastre, R. Manuel Firmino, Lg. da Igreja Apresentação, R. Visconde da Granja, R. D. José I, R. Dr. Luís Regala, R. Dr. Alberto Soares Machado, R. Guilherme G. Fernandes.
VMC 3	Av. Universidade, Lg. Autocarro Bar, inicio R. Direita de Aradas (até Rest. Tourigalo), Bairro Canha, artérias principais do Jumbo, R. Sport Clube Beira-Mar, R. Nova, R. Espinho, R. Sta. Mª Feira, R. Castro Matoso, R. S. Martinho, R. Dr. Manuel das Neves, R. Aviação Naval, R. Banda Amizade, R. Aires Barbosa, R. Almeida Garrett, R. Paços Manuel.
VMC 4	Pingo Doce, R. de Bourges, R. Dr. Francisco Sá Carneiro, Eixo Estruturante, Av. Granja, Av. Prolongamento da Estação até Nº109, R. Angola, R. Brasil, R. D. António José Cordeiro, Av. Lusíada, R. Eng.º Oudinot, R. Eng.º Von Hafe, R. Almirante Cândido Reis, R. Comandante Rocha e Cunha, R. Sr. Afitos, R. Carlos Silva Melo Guimarães, R. Cais S. Roque, R. Nova do Canal, R. dos Andoeiros.
VMC 5	Circular de Esgueira, R. das Cardadeiras, R. Pedro Vaz Eça, R. Repouso, R. Bento Moura, R. Vicente de Almeida Eça, R. General Costa Cascais, Urb. Carramona, R. Luís Camões, R. José Luciano de Castro, Urb. Qta. do Cruzeiro, Urb. Olho d'Água, Olho d'Água, R. N. Sra. Necessidades, Qta. Sto António, Estrada da Cidadela, R. Elísio F. Feio, R. Amizade, R. Marques Vidal
VMC 6	R. Viseu, R. Dr. Luís Gomes Carvalho, Av. 25 de Abril, Av. Oita, R. S. Sebastião, R. Dr. Mário Sacramento, Rotunda das Glicínias, Av. Bombeiros Velhos, Av. Araújo e Silva, R. Belém do Pará, R. Gustavo F. Pinto Basto, R. Capitão Souza Pizarro, Av. 5 de Outubro, Centro Congressos, R. Jaime Moniz, R. Sebastião Magalhães Lima, R. Cristóvão P. Queimado, R. Dr. Orlando Oliveira, R. Eng.º Adelino Amaro da Costa, Av. Congresso Oposição Democrática, R. Conselheiro Luís Magalhães, Lg. Maia Magalhães, R. Gravito, R. Carmo, R. de Sá, R. Hintze Ribeiro, R. João de Moura.
VMF 1	Freguesias

Figura 3.10 – Caraterização dos percursos de varredura mecânica de arruamentos

3.6.6. *LIMPEZA CANAIS SUPERFICIAIS DA RIA*

A limpeza dos canais da ria é realizada seis dias por semana, através de uma embarcação e utensílios de limpeza, sendo realizada por um cantoneiro com carta de marinheiro, sendo realizado durante três horas na altura da maré cheia.

Figura 3.11 – Mapa do percurso de limpeza dos canais da ria executado

3.6.7. RECOLHA SELETIVA

No âmbito da recolha seletiva o município está munido de ecopontos para recolha das embalagens de plástico e metal, vidro, papel/cartão, pilhas, OAU, roupões.

Os resíduos diferenciados são os resíduos devidamente separados por categorias (papel e cartão, plástico e metal e vidro) e depositados nos ecopontos, para posteriormente serem encaminhados para as estações de triagem e depois para as indústrias recicladoras. A deposição é feita em ecopontos de Polietileno com cores associadas a cada categoria de resíduo.

Figura 3.12 – Ecopontos utilizados no município de Aveiro

A recolha dos ecopontos segue as seguintes fases:

O veículo da recolha estaciona junto do ecoponto, o motorista através de um comando portátil posiciona a grua no topo do contentor;

Eleva-se o contentor, a sua base é aberta e os resíduos são descarregados dentro da viatura de recolha

Após o fim do circuito de recolha, a viatura dirige-se ao aterro sanitário, efectua a pesagem

Posteriormente descarrega os resíduos na Estação de Triagem onde vão ser processados e posteriormente enviados para a reciclagem.

3.6.8. TRATAMENTO

Os RU que não estão devidamente separados que vulgarmente designado “lixo normal” são encaminhados para destino final adequado tendo como destino atual a deposição em aterro.

A deposição em aterro segue as seguintes fases:

Circulam pela báscula, o apontador/guarda executa a sua pesagem, regista a sua proveniência, a entidade e tipologia de resíduo que transporta, bem como a respectiva matricula da viatura;

Depois de controlada a sua entrada e feita a sua pesagem, pelas vias de circulação interna e de serviço, dirigem-se então à zona de descarga indicada pelo encarregado do aterro na frente de trabalho (previamente preparada) onde procedem descarga dos resíduos;

Os resíduos descarregados junto da frente de trabalho, serão então espalhados pela máquina pá de rastos, em pequenas camadas

Seguidamente a máquina compactadora procede devidamente à sua compactação e formação das células diárias de R.S.U.

6-Formam-se estratos de resíduos com 1,5 m de altura (ideal) compactados em toda a extensão e largura da célula definida para esse dia; Atingida a altura da célula, e esgotada a sua capacidade, procede-se de seguida à sua cobertura com terras, cuja espessura se situa entre 15 e 20 cm (um palmo, em gíria); Regulariza-se a superfície das terras de cobertura não descurando resíduos à vista, retoma-se idêntico trabalho na célula vizinha e/ ou prepara-se a célula para o dia seguinte, com a delimitação da área de intervenção (frente de trabalho) com pequenos montes de terras.

Num futuro próximo o modelo técnico a desenvolver pela ERSUC, consiste na optimização dos recursos disponíveis e adopção de metodologias que conduzam ao desvio das frações de RU que disponham de valor potencial. A solução técnica que se apresenta para o tratamento de RU produzidos no universo geográfico da ERSUC toma como cenário base o TMB.

A construção da unidade TMB contempla o pré-tratamento dos RU provenientes da recolha indiferenciada, promovendo a recuperação das frações passíveis de encaminhar para a

reciclagem e valorização. Este centro é dotado de uma unidade de TMB para tratamento dos RU, uma unidade de triagem automatizada para tratamento dos resíduos recicláveis provenientes da recolha seletiva, uma unidade de preparação de CDR para tratamento de parte do refugo da unidade TMB, uma unidade de valorização energética do biogás produzido na unidade TMB e um aterro sanitário de apoio. Na Figura 3.13 encontra-se descrito o esquema de funcionamento da unidade de TMB da ERSUC.

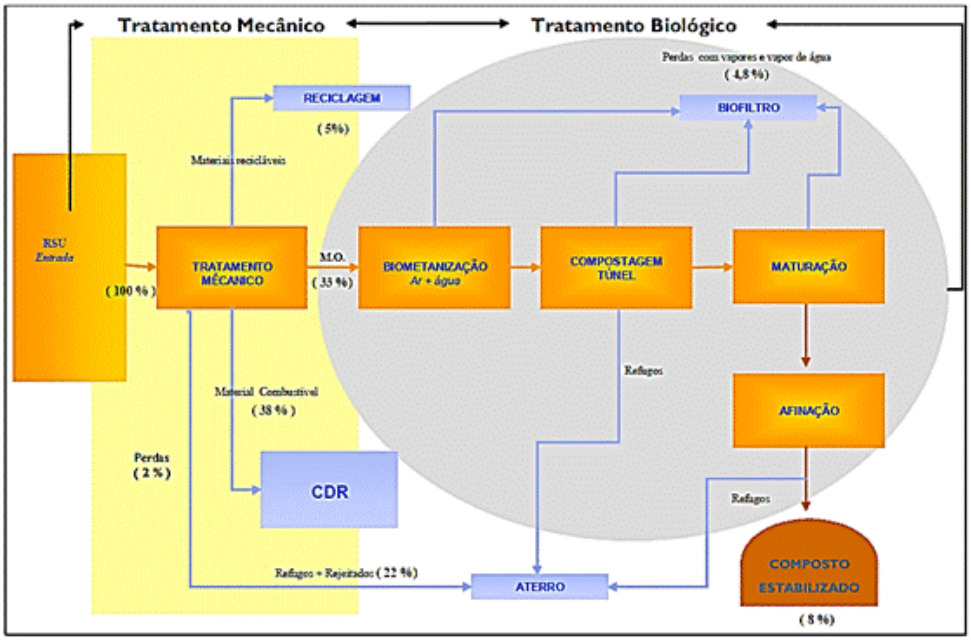


Figura 3.13 – Esquema de funcionamento da unidade de TMB da ERSUC (EGF, 2006)

Figura 3.14 – Equipamentos utilizados no tratamento biológico da matéria orgânica (ERSUC, Informações publicadas no jornal "Ersucão" - Abril 2011, 2011)

Todos os resíduos provenientes da recolha seletiva, são encaminhados para as Estações de Triagem localizada no Aterro Sanitário de Aveiro. Em termos de disposição, as Estações de Triagem incluem sempre as seguintes três zonas principais: Descarga das viaturas da recolha seletiva (a); processamento / triagem dos resíduos (b) e formação de fardos e armazenagem dos materiais recuperados e do refugo (material rejeitado) (c).

Nas Estações de Triagem da ERSUC os operadores, devidamente protegidos com vestuário apropriado, fazem a separação dos resíduos, do tapete rolante para locais (baias) específicos. Apesar desta separação manual dos materiais, a separação dos metais ferrosos é realizada através de um separador electromagnético. Depois de convenientemente separados e enfardados, estes resíduos são enviados para indústrias recicladoras, que reaproveitarão estes materiais como matéria-prima para a produção de novos produtos. Todos os resíduos não passíveis de serem valorizados, quer devido à tipologia, dimensão ou degradado estado de limpeza, são conduzidos para deposição em Aterro Sanitário. A valorização e reciclagem dos materiais assume vantagens quer ambientais quer económicas como economia de energia; poupança de matérias-primas e preservação dos recursos naturais e redução da quantidade de RU que vão para os aterros sanitários, prolongando o tempo de vida útil destas infraestruturas.

3.6.9. Produção de resíduos urbanos no município de Aveiro

Dados de 2011, da ERSUC revelam que para o município de Aveiro, a capitação de RU é de 1.229 kg/hab.dia, uma redução de 7% em relação a 2010. Segundo a portaria nº 851/2009 de 7 de Agosto, os serviços Municipais de gestão de resíduos deverão caraterizar os RU depositados em aterro referentes à sua área geográfica de atuação. Em 2011, na área de atuação do ERSUC, a composição do RU depositados em aterro era caraterizado segundo o Figura 3.15.

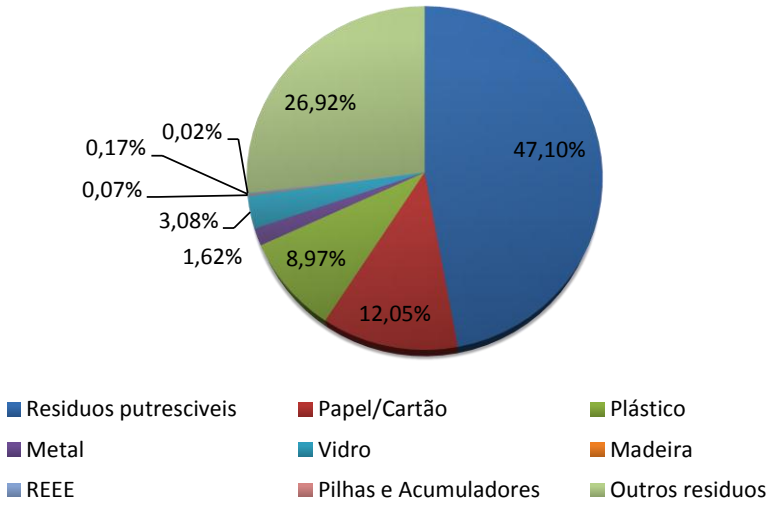


Figura 3.15 – Caraterização de RU depositados em aterro, em 2011 na área de atuação da ERSUC (ERSUC, 2012)

Verifica-se que maioritariamente os resíduos putrescíveis caraterizam os RU, sendo de seguida os plásticos. Relativamente aos resíduos putrescíveis, a maior parcela está associada aos resíduos alimentares (36,7%). (ERSUC, 2012).

A Figura 3.16 descreve a evolução dos quantitativos de recolha de RU ao longo do ano de 2011 e a Figura 3.17 descreve a evolução da quantidade de monos/monstro recolhidos ao longo do ano 2011..

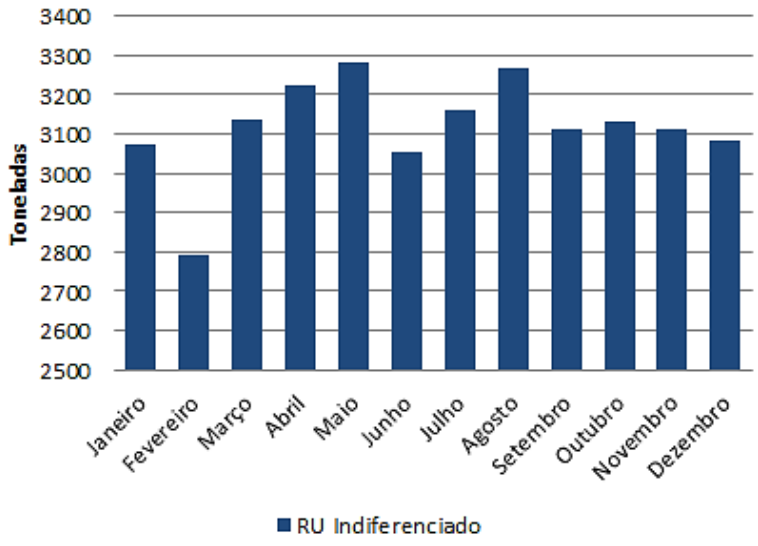


Figura 3.16 – Indicadores de produção de RU relativos ao ano 2011

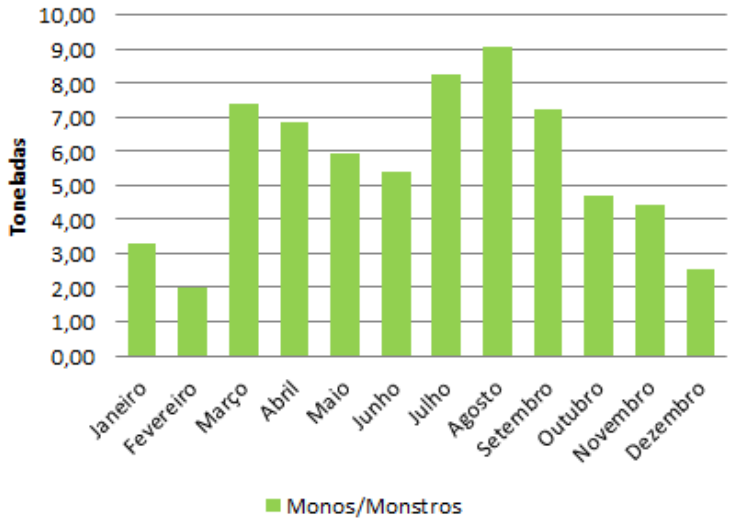


Figura 3.17 – Indicadores de produção de Monos/Monstros relativos ao ano 2011

Relativamente ao RU verifica-se que o valor geral mensal ronda o intervalo de 3000 a 3200 toneladas, tendo picos registados nos meses de Maio e Agosto.

No caso dos monos/monstros verifica-se um pico nos meses de Julho e Agosto. Na Figura 3.18 e Figura 3.19 vem descritos os indicadores de recolha de residuos verdes e de OAU ao longo do ano 2011.

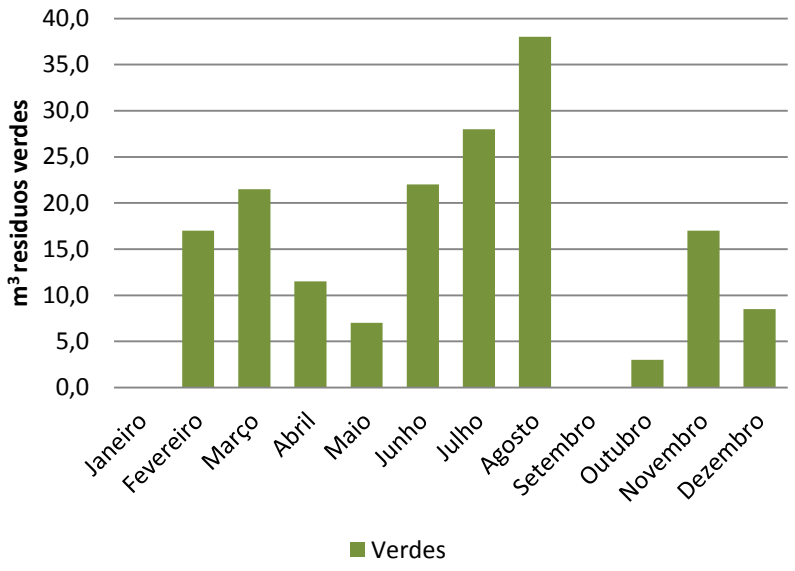


Figura 3.18 – Indicadores de verdes recolhidos no ano 2011

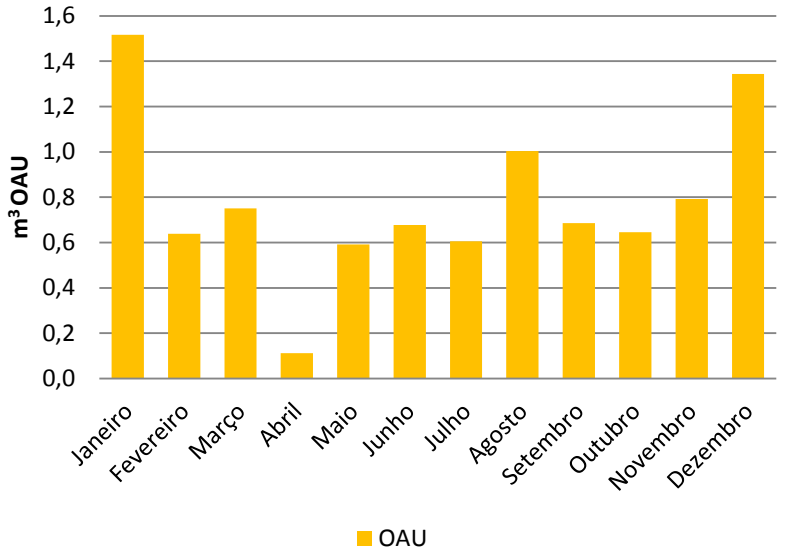


Figura 3.19 - Indicadores de OAU recolhido no ano 2011

Analisando os indicadores relativos a recolha de verdes, verifica-se um maior pico nos meses de junho, Julho e Agosto, meses de Verão, onde no geral existe maior produção destes resíduos.

Relativamente ao OAU verifica-se picos nos meses de Dezembro e Janeiro. Relativamente ao mês de Dezembro e Janeiro, esta situação pode ser verificada por motivo da época festiva do Natal com o maior consumo de óleo na confeção da doçaria típica. Na Figura 3.20 e Figura 3.21 vêm descritos os indicadores de recolha do roupão e do tetrapack nas escolas ao longo do ano 2011.

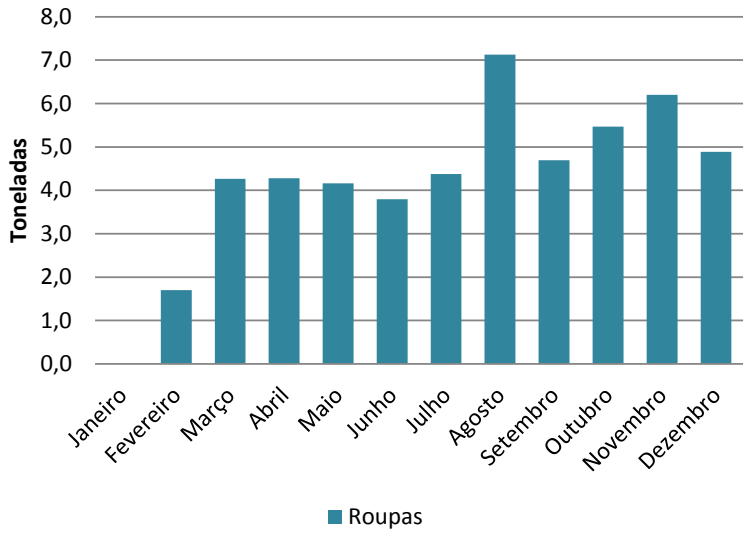


Figura 3.20 – Indicadores de recolha do roupão recolhido no ano 2011

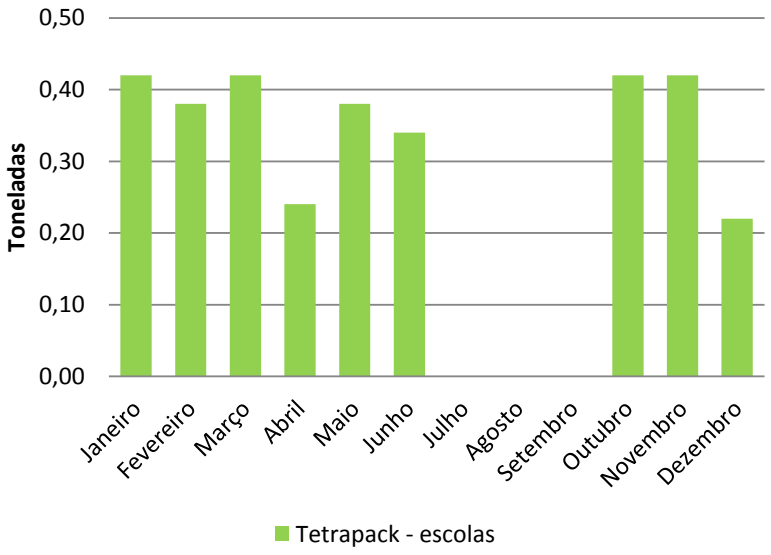


Figura 3.21 – Indicadores de recolha de tetra pack recolhidos no ano 2011 no âmbito das escolas

No âmbito da recolha do roupão verifica-se um pico no mês de Agosto visto ser o mês típico das arrumações gerais da casa, onde a maioria do vestuário e calçado não utlizado é devidamente separado e entregue no roupão.

Relativamente à recolha do tetra pack no âmbito das escolas, mantém-se relativamente em valores constantes, não seguindo essa relação nos meses de fim de cada período escolar e fecho para férias. Na Figura 3.22 vêm descritos os indicadores de recolha de vidro, papel e embalagens ao longo do ano 2011.

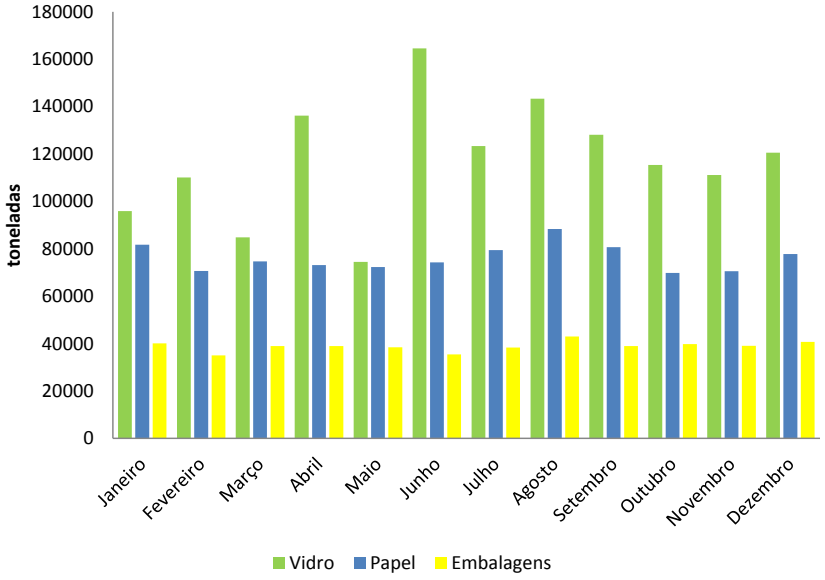


Figura 3.22 – Indicadores de recolha de Vidro, Papel e embalagens no ano 2011 no município de Aveiro (ERSUC, 2011)

Relativamente à recolha seletiva valores relativamente lineares ao longo do ano letivo, embora entre Junho e Agosto haja maior quantidade de resíduos recolhidos, motivado pela época do ano em particular, o Verão.

3.6.10. TARIFÁRIO DE GESTÃO DE RU

Os Serviços Municipalizados de Aveiro são um serviço público de interesse local, sem personalidade jurídica, sendo esta tutelada pela Câmara Municipal de Aveiro, dotado de autonomia técnica, administrativa e financeira, no quadro de organização municipal e visam satisfazer as necessidades coletivas da população do Concelho de Aveiro, na prestação de serviços de recolha e tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

Aos Serviços Municipalizados de Aveiro está cometida a gestão dos serviços de resíduos urbanos no concelho de Aveiro, para os quais são disponibilizados nos arruamentos do município os

contentores públicos para a deposição dos resíduos urbanos produzidos pelos munícipes, sendo da responsabilidade dos produtores a gestão dos resíduos industriais ou equiparados Os resíduos industriais ou equiparados têm tratamento próprio, não podendo ser depositados, quer nos contentores públicos, quer abandonados junto destes ou em qualquer outro local, mas sim encaminhados para destino final apropriado.

No município de Aveiro a tarifa de gestão de RU possui uma componente fixa e outra variável, consoante o consumo de água. Para além disso são estipulados diversos tipos de contratos com entidades privadas, classificadas como pequenos e grandes produtores.

Na Tabela 3.2 e Tabela 3.3 vem descrito o tarifário praticado atualmente no municipio, no âmbito da gestão de RU.

Tabela 3.2 – Tarifário de gestão de RU atual no município de Aveiro – Tarifas fixas

Tarifa	**Preço unitário [€]**
Componente fixa	
Domésticos	3,85 €
Não Domésticos	10,45 €
Instituições	4,40 €
Autarquias Locais	4,40 €
Provisórios/Obras	7,60 €

Tabela 3.3 – Tarifário de gestão de RU atual no município de Aveiro – Tarifas variáveis

Tarifa	**Preço unitário [€.m^{-3}]**
Componente Variável	
Domésticos	0,50 €
Não Domésticos	0,90 €
Instituições	0,50 €
Autarquias Locais	0,50 €
Provisórios/Obras	1,10 €

Nas ações de fiscalização realizadas pelos SMA tem-se verificado que há muitos produtores de resíduos que não respeitam as regras de deposição dos resíduos por si produzidos nos termos do Dl nº 73/2011, esta má prática é passível de sancionamento com contra ordenação ambiental. Na eventualidade da vossa empresa produzir resíduos não orgânicos, deverão fazer o seu encaminhamento para destino final através de um operador licenciado para o efeito. Na Tabela 3.4 vem descrito o tarifário praticado para com as entidades consideradas pequenos e grandes produtores, no âmbito da gestão de residuos.

Tabela 3.4 - Tarifário de gestão de RU atual no município de Aveiro – Entidades particulares

Tarifa	**Preço unitário [€]**
Recolha entidades - pequenos produtores	
Preço associado a aluguer do contentor	16,50 €
Recolha entidades - Grandes Produtores	
Com aluguer de Contentores	
Frequência de recolha	
1dia/semana	65,00 €
2dias/semana	110,00 €
3dias/semana	155,00 €
4dias/semana	200,00 €
5dias/semana	250,00 €
6dias/semana	295,00 €
Sem aluguer de Contentores	
Frequência de recolha	
1dia/semana	50,00 €
2dias/semana	95,00 €
3dias/semana	140,00 €
4dias/semana	185,00 €
5dias/semana	235,00 €
6dias/semana	280,00 €

4. METODOLOGIA DO TRABALHO

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada na realização do trabalho. A representação do sistema de recolha de RU do município de Aveiro quer em sistemas de base de dados (SBD) quer de informação geográfica (SIG) ajudou a organizar a informação. O trabalho a realizar consistiu (a) na obtenção e análise da informação disponível (dados dos SMA, INE, mapas), (b) na realização de campanhas de trabalho de campo para verificar e complementar a informação existente, (c) na verificação da consistência da informação total recolhida e correção dos erros e falhas, (d) na representação geográfica da informação obtida (e) na análise espacial e cálculo de indicadores (f) e na articulação da informação e representação em base de dados.

A definição de modelos de gestão de RU é uma técnica de análise que permite aos analistas formular processos de gestão alternativos, a partir de novos conceitos de gestão de RU

A análise de desempenho comparada dos vários cenários de gestão da recolha de RU permite detectar oportunidades de melhoria dessa gestão.

4.1. DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS DE GESTÃO

São criados três cenários de gestão de resíduos: o modelo atual de gestão, denominado cenário 0, o modelo de retirada das entidades privadas do percurso de recolha de RU e a aplicação do modelo PERSU II, através do TMB, denominado cenário 1 e um modelo alternativo caracterizado por apresentar o desvio da fração biodegradável de RU da recolha indiferenciada na origem para um fluxo específico depositado em contentores dedicados, denominado cenário 2.

4.1.1. CENÁRIO 0 - MODELO DE GESTÃO ATUAL

O modelo de recolha de resíduos urbanos descritos no cenário 0 é caracterizado na deposição dos resíduos em contentores colocados na via pública para servirem a população, não contemplando qualquer separação na origem no que diz respeito a fracção orgânica dos resíduos. As principais lacunas deste modelo referem-se ao transporte dos resíduos e os custos associados a esta operação e à não consciencialização da separação de orgânicos na origem, da baixa separação na origem de materiais recicláveis e da quantidade de resíduos totais produzidos.

4.1.2. CENÁRIO 1 – MODELO DE GESTÃO PERSU II

O cenário 1 é caracterizado pela retirada do percurso de recolha urbana das entidades a contrato visto estes terem especificações diferentes e devendo a recolha ser realizada de forma independente, tomando a consciência efetiva do que a população produz e necessita de ter

disponível para funcionamento da recolha e considerando a gestão do RU através do sistema de TMB, com a devida atualização de tarifa de tratamento prevista pela ERSUC.

4.1.3. CENÁRIO 2 – MODELO DE GESTÃO SEM A FRAÇÃO DE BIORESIDUO

O cenário 2 tem um modelo proposto a separação da fracção orgânica na origem, considerada cerca de 40%, diminuindo desta forma a quantidade de resíduos urbanos totais produzidos. O modelo a adotar tem como objectivo iniciar uma gestão integrada e sustentada dos resíduos orgânicos sem custos adicionais significativos.

Com a definição deste cenário pretende.se fomentar a valorização da fracção biodegradável presente nos RU, dando cumprimento à estratégia nacional para a redução de RUB em aterro, promovendo o retorno da matéria orgânica aos solos através da produção e posterior utilização de um composto de qualidade.

O cenário assenta em dois grandes grupos de componentes, “secos” e “molhados”, e procura envolver a participação da população, apostando na separação na origem dos RUB de modo a conseguir uma redução significativa dos resíduos totais e em particular dos RUB a depositar em aterro. Depois de efetuada a separação da fracção orgânica pelo munícipe, os resíduos deverão ser devidamente acondicionados em sacos devidamente fechados que devem ser colocados nos contentores para deposição de RUB previamente instalados junto das habitações e em locais estrategicamente selecionados. Relativamente à separação de RUB na origem passaria pela sua deposição em contentores específicos (castanhos) para o setor HORECA, estabelecimento a estabelecimento, através de um de contrato de recolha específico. Este contrato seria antecedido de um questionário prévio de forma a estimar as quantidades totais produzidas por cada estabelecimento, e assim dimensionar o equipamento de recolha a fornecer e a frequência dessa recolha. Para os grandes produtores, como mercados, feiras, etc. seriam disponibilizados nesses dias contentores de grande capacidade para a recolha desse RUB, evitando a sua colocação direta em contentores destinados a RU e consequente aumento da produção de RU e dos custos de gestão.

Figura 4.1 – Exemplo de equipamento a utilizar na recolha de RUB (Lopes, S , 2006)

Ao nível doméstico, a recolha seria realizada através da substituição de equipamentos de recolha de RU por RUB, ou seja diminuir a oferta de contentores destinados para RU, alocando alguns deles para o RUB. Desta forma, num mesmo local de recolha onde existiam anteriormente três contentores verdes de 800L para a recolha de RU, passarão a existir dois para RU e 1 para RUB, sendo esse claramente identificado p.e. Esta proposta serviria para numa primeira fase analisar o comportamento da população, devendo a aposta na sensibilização da comunidade ser efetiva e imediata, após o arranque desta recolha.

Deverá ser promovida a compostagem nas escolas e centros de dia do município, através da sensibilização dos mais novos e dos mais idosos para a importância da valorização dos resíduos orgânicos, através de programas de educação ambiental e da colocação de compostores nestes espaços que tem uma grande produção de resíduos orgânicos devido à existência de cantinas.

Ao mesmo tempo deverão ser criados centros de compostagem municipal. Deveriam ser organizadas formações na área da gestão de RUB, através de Associações de Proteção Ambiental existentes no município em regime de voluntariado, em protocolo com o município de forma a criar rotina na gestão destes resíduos como recurso. As ações propostas seriam do tipo: Reaproveitamento de sobras alimentares, compostagem doméstica, agricultura biológica, etc., adaptando os atuais espaços denominados Eco-drives no município para recepção de recipientes para recolha de RUB.

Figura 4.2 – Eco-drives existentes no município de Aveiro

Relativamente à recolha destes RUB deveria ser realizada circuitos específicos de recolha destes resíduos denominados molhados. Isto é, por exemplo no caso do percurso RSU I 01, percurso realizado com uma frequência de seis vezes por semana, no modelo de gestão atual. Com a implementação deste cenário 2, este percurso passaria a ser realizado 3 vezes por semana, no caso dos RU e outras 3 vezes por semana somente para recolha de RUB.

A gestão de RUB deverá ser realizada em veículos específicos e através de contrato com uma entidade concessionária como seja a SUMA. Executaria o serviço de recolha e limpeza de contentores e a descarga desse bioresiduo seria nos centros de compostagem municipal a serem

desenvolvidos. Nestes centros estariam equipas de funcionários do município, ou em regime de prestação de serviços a fazer a devida triagem de contaminantes e encaminhamento do bioresiduo para pilhas de compostagem. Em regime pontual, deverá ser procedida a recolha dos contentores dos mercados e feiras do município. Relativamente ao centro de compostagem poderia ser construído juntamente com municípios vizinhos, usufruindo ambos deste centro, minimizando os custos de gestão destas infraestruturas.

No âmbito dos cemitérios, a recolha destes resíduos deverá ser articulada somente na recolha de molhados. Ainda referindo o caso dos cemitérios e evitando a contaminação de verdes com restos de cera, estas velas poderiam ser recolhidas em contentores específicos através de iniciativas com empresas que utilizem com matéria-prima cera. Por exemplo Guimarães possui protocolo com uma empresa que por cada tonelada de cera recolhida doa 50 euros em bens alimentares às famílias mais carenciadas do município.

A concepção técnica da instalação foi elaborada no âmbito do trabalho de (Matos & Gomes, 2004). As infra-estruturas da instalação incluíam: a área de recepção e pré-tratamento dos resíduos, a área do parque de compostagem e armazenamento e a área dos apoios e serviços, conforme a Figura 4.3.

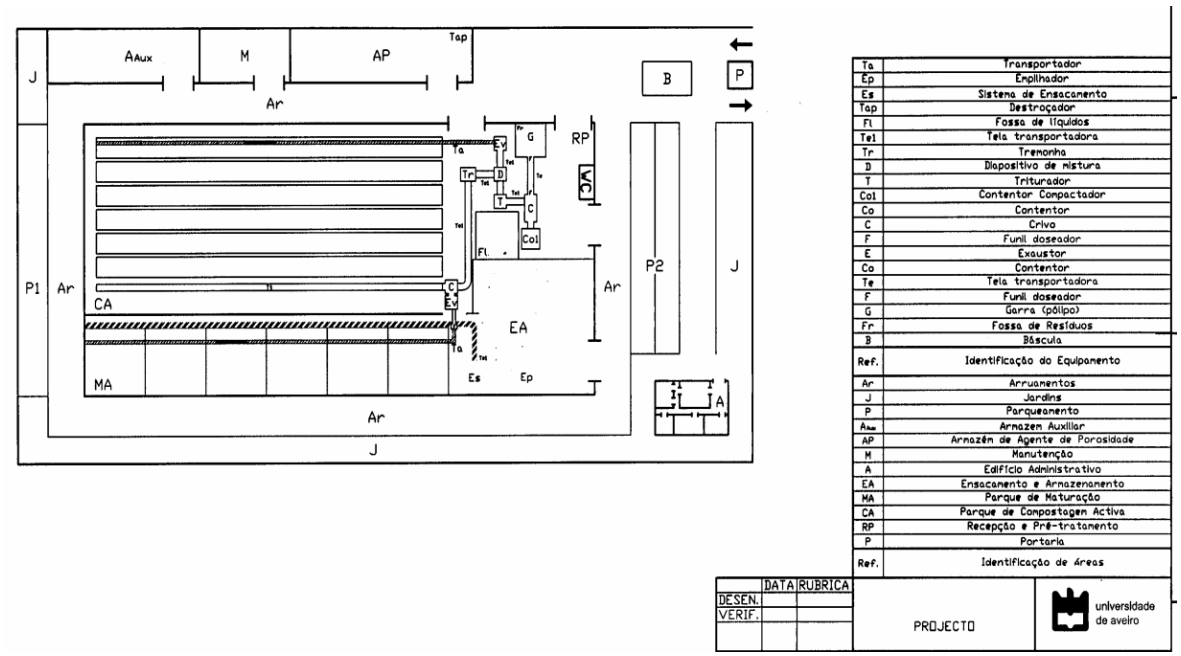


Figura 4.3 - Planta de uma instalação de tratamento biológico de bio-resíduos (5kton/ano) (Matos & Gomes, 2004)

A área de recepção e pré-tratamento, inclui: (a) a recepção dos resíduos numa fossa com capacidade para armazenar os resíduos para um período de 3 dias, (b) o sistema de transporte para a linha de triagem manual dos resíduos orgânicos, colocando o rejeitado em contentores (10

a 15% dos resíduos recebidos), (c) a crivagem para retirar o material indesejado, d) a trituração dos resíduos orgânicos, (e) a adição do agente de porosidade. O parque de compostagem ativa e armazenamento é totalmente coberto, inclui: (a) o parque de compostagem ativa em pilhas ("windrow") durante 3 semanas, revolvidas periodicamente, (b) a crivagem para separação do agente de porosidade, (c) o armazenamento em 6 silos de maturação, onde o composto permanece durante cerca de 5 meses em cada silo, (d) e finalmente a descarga de cada silo para ser enviado às secções de expedição a granel e/ou ensacamento/armazenamento, antecedido de uma afinação da qualidade (humidade e componentes indesejáveis). (Matos & Gomes, 2004)

As infra-estruturas de apoio incluem: (a) o controlo do acesso e pesagem, (b) o edifício de apoio ao pessoal e à gestão, (c) as áreas de armazenagem de agente de porosidade, de peças e produtos (d) a área oficinal de manutenção/reparação dos equipamentos, (e) as áreas de parqueamento e jardins. Nestas circunstâncias foi definido e dimensionado o equipamento necessário e realizado um estudo de mercado para determinar os custos de aquisição de equipamento, de construção e de exploração. (Matos & Gomes, 2004)

Para estabelecer a capacidade da instalação foi feito o estudo do número de habitantes por concelho (mas não da densidade demográfica) estando os resultados estão na Figura 4.4.

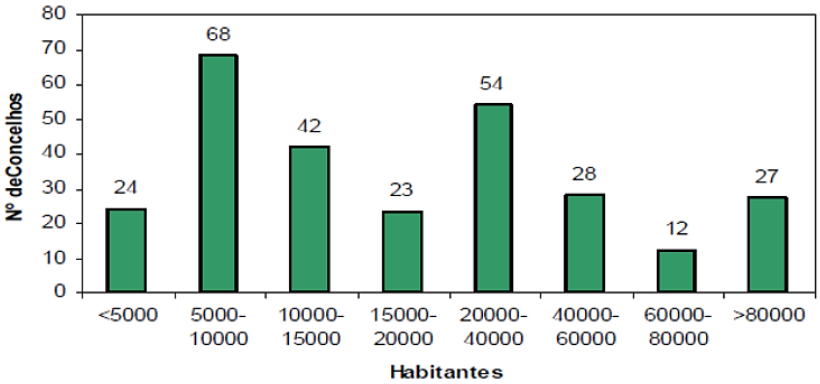


Figura 4.4 – Número de habitantes por município (Matos & Gomes, 2004)

Para permitir o acesso ao tratamento à larga maioria dos municípios foi considerada para este estudo dois níveis de atendimento: 15000 e 30000 habitantes. Nas condições enunciadas calculou-se em cerca de 2500 e 5000 ton/ano a quantidade de ROB a tratar, respectivamente, e uma elasticidade máxima de cerca de 1,7. Esta capacidade é licenciável de uma forma mais simplificada já que não necessita do licenciamento ambiental previsto no âmbito da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP). (Matos & Gomes, 2004)

Nestas circunstâncias foi definido e dimensionado o equipamento necessário partindo de um estudo de mercado para determinar os custos de aquisição de equipamento, de construção e de exploração para a construção de uma central de compostagem com capacidade para 5000

ton/ano, com base no funcionamento da central de compostagem, foi realizada uma estimativa dos custos de investimento e exploração. (Sousa, 2008)

Tabela 4.1 - Estimativa de custos de investimento do projeto a preços de 2003 (5000ton/ano) (Sousa, 2008)

		Característica	Nº/ Quant	Custo unitário	Custo total
Construção civil	Construção da área coberta				
	- Pavilhão principal		3360m^2		500000€
	- Armazéns		560m^2		80000€
	- Edifício Administrativo		96m^2		30000€
	- Portaria		16m^2		5000€
	Área envolvente				
	- Parques de estacionamento		502m^2		10000€
	- Jardins e vedação		950m^2		12500€
	- Arruamentos		1960m^2		55000€
	Custo de projecto e licenciamento	15% Custo total			240315 €
	Instalação eléctrica	15% Custo total			240315 €
	Redes de abastecimento de água e saneamento	5% Custo total			80105 €
	Custos totais de investimento a longo prazo				**1253235€**
Equipamento	Báscula	30 ton	1	12000€	12000€
	Garra (pólipo)		1	40000€	40000€
	Tela transportadora (Triagem)			12500€	12500€
	Contentor	1050L		6000€	6000€
	Exaustor		1	3500€0	3500€0
	Tambor rotativo	19kW/25hp	1	70000€	70000€
	Crivo	19kW/25hp	1	12000€	12000€
	Contentor Compactador	15m^3	1	50000€	50000€
	Triturador	22-37kW/30-50hp	1	20000€	20000€
	Destroçador	20kW/27hp	1	12000€	12000€
	Diapositivo de mistura		1	20000€	20000€
	Tremonha	6m^3	1	5000€	5000€
	Transportador		2	75000€	150000€
	Máquina Volteadora		1	107800€	107800€
	Tractor com pá frontal (minicarregadora)		1	8000€	8000€
	Extractor		1	20000€	20000€
	Tela transportadora (ag. Porosidade)		1	20000€	40000€
	Tapete Transportador	12 kW	2	75000€	150000€
	Elevador de alcatruzes		2	7500€	15000€
	Telas transportadoras pequenas				5000€
	Silos		6		125000€
	Empilhador		1	21000€	21000€
	Ensacadora	10-50kg	1	4800€	4800€
	Custos totais de investimento a curto prazo				**909600€**
	Custos totais de investimento				**2162835€**

Os custos totais de investimento para a instalação com capacidade para tratar 5000 ton bioresíduos/por ano, seriam de 2162835 €, para o ano 2013 de 2227720 € (considerando taxa de inflação de 3%).

A área total necessária ao projeto é de 7000 m^2 dos quais 3360 m^2 de área coberta afecta à operação de compostagem propriamente dita. O custo de aquisição do terreno não foi contemplado nesta análise; a este propósito acrescenta-se que a localização adequada a esta infra-estrutura são as áreas industriais previstas nos planos de ordenamento municipal. (Sousa, 2008)

Tabela 4.2 - Estimativa dos custos de exploração (5000ton/ano) (Sousa, 2008)

		Características	Nº/ Quant	Custo unitário	Custo total
Operação Anual	Funcionários - Administrativo - Operários da central de compostagem - Encarregado		 1 4 1	 1000€ 600€ 750€	 14000€ 33600€ 10500€
	Custos com os funcionários	30%			17430€
	Custos totais com os operários				**75530€**
	Consumo de electricidade		200€/mês		2400€
	Consumo de água		30m^3/dia	0,57€/ m^3	5130€
	Consumo de combustível		360€/mês		4320€
	Manutenção do equipamento				5000€
	Sacos para o composto produzido		4928	0,08€	394€

Considerando-se um serviço prestado por um turno de trabalho constituído por (4 operários + 1administrativo + 1supervisor de operações), considerando os consumos de meios de produção (água, eletricidade e combustíveis), serviços de manutenção e envio de rejeitos para eliminação (15% dos resíduos à entrada).

Com base nos valores apresentados nas tabelas anteriores e analisando os custos inerentes à concepção e exploração de uma infra-estrutura com esta dimensão percebesse que trata-se de um investimento avultado para uma autarquia ou mesmo para a Associação de Municípios. A sugestão poderá passar pela concessão e exploração da central de compostagem a entidades privadas nos quais as autarquias que compõem a Associação de Municípios para depositarem os seus RUB estariam sujeitas ao pagamento de um valor para valorização. (Sousa, 2008).

4.2. INFORMAÇÃO DE BASE

A análise da informação de base disponível iniciou-se a partir de uma base de dados em ficheiro Excel, obtida a nível interno, com atributos referidos por percurso de recolha, nomeadamente locais abrangidos por percurso, número de contentores por local, entre outros. (Tabela 4.3). A

análise espacial dos percursos de recolha, iniciou-se através de Ortofotomapas em formato papel obtidos a nível interno, de forma a trabalhar ao nível de trabalho de campo.

Tabela 4.3 – Listagem de atributos da base de dados inicial fornecida pelo SMAS-Aveiro

Campo	Modelo	Exemplo
ID_Local	Número	1
Arruamento	Nome da Rua	Rua das Arrotas
Ref Local	Nome do Local	Junto à igreja XPTO
Localidade	Nome do lugar	Forca
Freguesia	Nome da Freguesia	Vera Cruz
Propriedade	Nome do proprietário do Contentor	Serviços Municipalizados de Aveiro
Percurso	Referência do percurso	RSU I 04
Tipo	Tipo de contentor	PEAD
Capacidade	Capacidade do contentor, em litros	800
Nº Contentores	Número de Contentores por local	2
Fixador	Tipo de fixação do contentor	SUMAFIX
Nome Empresa	Nome da empresa com contrato	Abril
Data Ação	Data da intervenção no contentor	01-01-2011
Acção	Intervenção no contentor	Removido
Motivo	Motivo da Intervenção	Pedido
Observações	Data do pedido de intervenção	01-02-2012

Esta base de dados mostrou-se incompleta para com a análise de resultados que deveria ser realizada. Detetou-se muitas incongruências a nível de referência de arruamentos e locais, como a coluna de contentores não se encontrava preenchida em nenhum dos casos. De referir que não existiam referência, à localização espacial de cada um desses locais de recolha, o que se tornava de difícil análise de informação. Será necessário para um bom desempenho na gestão de resíduos, ter em conta as faixas etárias e a distinção entre o conceito meio urbano e rural. A distinção de meio rural e urbano consiste na avaliação dos parâmetros da população residente e da área ocupada. A produção de resíduos urbanos varia consoante o meio, os hábitos, o número de população residente durante o ano, às indústrias instaladas, etc. Consultando os relatórios resultantes dos Censos 2011, no endereço eletrónico do INE, obtém-se este tipo de informação desde população residente por meio, área ocupada, famílias e alojamentos existentes, por área geográfica. A informação contemplava uma shapefile com a delimitação territorial de área de estudo (município de Aveiro) em parcelas ao nível da subseção estatística, e ainda uma listagem com a população residente ao nível da subseção. A quantidade de resíduos recolhidos, no período de Setembro de 2011 foi fornecida pelos SMA a partir do relatório apresentado pela SUMA, correspondente às entregas efetuadas no aterro da Taboeira.

4.3. TRABALHO DE CAMPO

De forma a complementar a informação disponibilizada, foi necessário realizar o inventário de contentores de recolha de RU. Foi planeado juntamente com os SMA, a saída de campo no período de Novembro de 2011 a Julho de 2012. Estas saídas de campo foram organizadas por percursos e contaram com a colaboração dos alunos da disciplina de Tratamento e Gestão de Resíduos, que muito ajudaram na reunião de toda a informação. É realizada uma deslocação ao terreno acompanhando as actividades de recolha de resíduos urbanos, para registo de inventário de locais, contentores e percursos de recolha. Cada tarefa envolve grupos de dois alunos distribuídos em função de um calendário acordado entre os diferentes intervenientes. O acesso e a logística deverão ser assegurados pelos SMA e o modelo de registo de dados será assegurado pela equipa da UA.

4.3.1. SELEÇÃO DOS DADOS E CIRCUITOS A MONITORIZAR

Foram analisados os primeiros nove dos doze circuitos, excetuando o percurso 06 de recolha de RU existentes no município, descritos consoante a Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Percursos de recolha de RU do município de Aveiro

Circuito	Localidade	Dias						Equipamento	Mão de Obra	Horário
		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb.			
RSU I 01	Glória (cidade) e Quinta do Canha	x	x	x	x	x	x	V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	22:30 às 05:15
RSU I 02	Vera Cruz (cidade) e Agras	x	x	x	x	x	x	V.R.C. 10 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	22:30 às 05:15
RSU I 03	S. Bernardo, Vilar, Forca, Esgueira e Olho D' Água	x	x	x	x	x	x	V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	22:30 às 05:15
RSU I 04	Aradas, Verdemilho, Bonsucesso e Quinta do Picado	x		x	x		x	V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 05	S. Bento, Póvoa do Valado, Vessada, Verba, Nariz, Mamodeiro, Carregal, Requeixo, Carcavelos, Taipa, Eirol e Horta	x		x		x		V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 06	Presa, Quinta do Gato, Solposto, Azenha de Baixo, Quinta do Torto, Azurva, Griné Alagoas, Quinta da Bela Vista, Viso e Caião	x	x	x	x	x	x	V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 07	Quintãs Costa do Valado, Oliveirinha, Moita, Granja, Picoto e Eixo		x		x		x	V.R.C. 20 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 08	Z. Industrial Aveiro, Taboeira, Quintã do Loureiro, Cacia Velha, e E.N.109	x		x		x		V.R.C. 16 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 09	Cacia Nova, Sarrazola, Vilarinho, Póvoa do Paço, Paço e Mataduços		x		x		x	V.R.C. 16 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 10	S. Jacinto (Inverno)		x				x	V.R.C. 16 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 11	S. Jacinto (Verão) Junho / Julho / Agosto / Setembro	x			x		x	V.R.C. 16 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45
RSU I 12	Cidade	x						V.R.C. 10 m3	1 Motorista 2 Cantoneiros	06:00 às 12:45

4.3.2. MEIOS NECESSÁRIOS/ENVOLVIDOS

A equipa de monitorização foi organizada por percursos sendo distribuída da seguinte forma: 1 Motorista dos SMA que realizava todo o percurso de recolha de RU em viatura ligeira de passageiros, 1 Operador registando nos ortofotomapas de escala 1/2000 a localização exata do contentor e 1 Operador registando informaticamente os dados recolhidos no local em tabelas Excel.

Em alguns dias de monitorização existia mais intervenientes nomeadamente na recolha de dados do local, de forma a acelerar o tempo de recolha/organização de informação.

4.3.3. PROCEDIMENTOS E MODELO DE REGISTO DE INFORMAÇÃO

Por forma a conseguir obter dados adequados para o cálculo dos indicadores foram realizadas várias monitorizações aos pontos de recolha de cada percurso, na presença de um funcionário dos SMAS, que se mostrou bastante conhecedor do terreno. Estas variaram de percurso para percurso, consoante os pontos de recolha e algumas dificuldades não previstas. Após chegada a cada um dos pontos de recolha eram verificados e registadas as alterações, caso necessário mediante os campos definidos na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Listagem de atributos base de dados UA

Campo	Modelo	Exemplo
ID_Local	Número identificativo do local	1
Percurso	Referência do percurso	RSU I 04
Freguesia	Nome da Freguesia	Vera Cruz
Arruamento	Nome da Rua	Rua das Arrotas
Ref Local	Nome do Local	Junto à igreja XPTO
Coordenadas XX	Referencial UTM – WGS 84	4500025
Coordenadas YY	Referencial UTM – WGS 84	525008
Refª contentor	Número do inventário municipal	AV_CT_800P - 2112
Contentor_Tipo	Tipo de contentor	PEAD
Capacidade	Capacidade do contentor, em litros	800
Contentor_Estado	Estado do contentor	Danificado
ID_Serviço Especificações	Tipo de serviço de Recolha de RU (nº)	1
Contrato_entidade	Nome da entidade com contrato	Abril
ID_Contrato_Tipo	Tipo de contrato vinculado	02
Propriedade	Nome do proprietário do Contentor	Serviços Municipalizados de Aveiro
Fixador	Tipo de fixação do contentor	SUMAFIX
Observações	Registo de observações importantes do local	Proximidade a ecopontos
Data Ação	Data da intervenção no contentor	01-01-2011
Acção	Intervenção no contentor	Removido
Motivo	Motivo da Intervenção	Pedido
Data Motivo	Data do pedido de intervenção	01-02-2012

Campos inseridos à base de dados inicial fornecida pelos SMA

Era procedido também ao registo da localização do ponto de recolha em ortofotomapas do município de Aveiro. O registo em ortofotomapas, revelou-se extremamente importante visto que após análise das coordenadas GPS registadas pelo modelo Spor Trak Magellan, algumas não correspondiam à localização correta, sendo necessário ajustar através de ortofotomapas utilizados juntamente com o Google Earth as coordenadas correta, tarefa esta que atrasou o desenvolvimento do trabalho. O sistema de coordenadas escolhidas foi as Universal Transverse Mercator (UTM) correspondente à projeção WGS84, 29N. Neste trabalho de campo procedeu-se ao registo em cada local de diferentes observações nomeadamente: os contentores removidos ou não encontrados, os contentores introduzidos, a edição de especificações mais completas para os arruamentos ou locais, . Este cadastro refere-se um conjunto de especificações tais como: a referência do contentor, a sua capacidade, o seu estado, a a designação do mesmo, o tipo de resíduos recolhidos, o tipo de contrato associado e a frequência do serviço. (vide Anexo A)

4.4. ESTRUTURA DA INFORMAÇÃO E MODELO DE ANÁLISE

A estrutura de organização da base de dados que é aqui apresentada foi desenvolvida pelo Professor Arlindo Matos da Universidade de Aveiro (DAO) e disponibilizada para aplicação no âmbito deste trabalho. As subsecções seguintes fazem uma descrição do modelo organizacional da base de dados.

4.4.1. ESTRUTURA DE BASE DE DADOS DE GESTÃO MUNICIPAL DE RU

Após recolha de dados de campo, esta informação foi compilada e tratada em Excel, para ser posteriormente se proceder ao carregamento para base de dados em Access.

A concepção da base de dados de gestão da recolha de resíduos urbanos no município de Aveiro, partiu do modelo simples para o cadastro de ecopontos incluindo as respectivas especificações. O modelo de cadastro proposto para os RU possibilita o registo exaustivo de todos os equipamentos e a sua localização espacial rigorosa, nomeadamente papeleiras, contentores, ecopontos, ecocentros, etc. Para que facilmente se possam definir e otimizar percursos de recolha indiferenciada e seletiva dos resíduos urbanos, em função da quantidade produzida, dias de semana e caraterização dos recursos existentes na recolha.

O registo e arquivo de informação respeitante à gestão da recolha de resíduos requer uma estruturação prévia de ideias de forma a conduzir a um modelo organizacional que possa ser aplicável a uma diversidade significativa de serviços de higiene urbana. A informação de base necessária pode ser mais ou menos extensamente estruturada. Este texto inclui uma proposta de estrutura da base de dados..

Os componentes base para a realização do trabalho incluem a base de dados (ExpARL12.dccb), o ficheiro de especificações denominado Listagem de Contentores RU ESTRUTURA GERAL especificações v13) e um ficheiro com o registo de informação de base por percurso e respeitante a um determinado serviço de higiene e limpeza urbana (exemplo: Listagem Contentores RU_02_v17).

O tratamento em Excel foi baseado na construção de diferentes tabelas mediante o parâmetro a analisar. Neste caso na construção da base de dados foi necessário construir tabelas associadas a cada um dos percursos.

4.4.1.1. CADASTRO DE ARRUAMENTOS

O cadastro de arruamentos é extremamente importante na análise de percursos de recolha.

Tabela 4.6 – Listagem de atributos tabela Arruamentos

Listagem de atributos	Modelo	Exemplo
ID_arruamento	Nº ID associado ao Arruamento	01
Percurso	Percurso de recolha	RSU I 01
Freguesia	Nº ID associado à freguesia	01
Freguesia_txt	Nome da freguesia	Aradas
Arruamento	Designação do arruamento	Rua das Arrotas

4.4.1.2. TIPOLOGIA DE RESÍDUOS

Os vários tipos de resíduos urbanos foram considerados em sete naturezas ou tipologias de resíduos, correspondendo a outros tantos modelos de contentores e processos de gestão específicos que exigem procedimentos e tecnologias de recolha/transporte/tratamento/disposição final apropriado.

Relativamente à tipologia poderá ser representada graficamente por um ícone e /ou cor diferente. Estas tipologias estão de acordo com o pensamento e orientações que a matéria legal atualmente apresenta, nomeadamente em termos dos princípios e prioridades que preconiza. Assim, em cada ecoponto pode existir mais do que uma tipologia de resíduos a ser recolhida, e por sua vez pode existir mais do que um contentor para uma determinada tipologia.

Tabela 4.7 – Listagem de atributos tabela tipologia de resíduos

Listagem de atributos	Modelo	Exemplo
ID_residuo	Nº ID associado ao Residuo	01
Residuo	Designação do resíduo	Indiferenciado
Residuo_Ref	Refª associada ao resíduo	RID
Cor	Cor do contentor	Preto

4.4.1.3. CADASTRO DE ECOPONTOS/LOCAIS

A denominação ecoponto é um ponto de recolha, onde podem estar associados diversos serviços incluindo a alocação de qualquer número de contentores de qualquer tipologia de resíduos. O lançamento de especificações para a tabela de atributos do ecoponto em SIG pode tirar partido dos sistemas de GPS com uma mera programação, ou, em alternativa, ser efetuado sobre uma aplicação SIG a partir do registo manual efetuado em carta topográfica ou a partir das coordenadas X e Y incluídas numa tabela Excel ou Access. Estes ecopontos (locais) têm uma lista de atributos a considerar (Tabela 4.8).

Na tabela de Ecopontos/locais e de Arruamentos foi necessário ter em atenção os Locais e as Ruas comuns entre as várias freguesias em estudo. Assim, tornou-se necessário adicionar uma pequena descrição em cada um para que distinção fosse clara e não houvesse confusão.

Tabela 4.8 – Listagem de atributos para a tabela Locais

Listagem de atributos	Modelo	Exemplo
ID_Local	Número	1
Percurso	Percurso de recolha	RSU I 01
Freguesia	Nome da Freguesia	Aradas
ID_arruamento	Nº ID associado ao Arruamento	01
Arruamento	Nome da Rua	Rua das Arrotas
Local	Nome do Local	Junto à igreja XPTO
Coordenadas XX	Referencial UTM – WGS 84	4500025
Coordenadas YY	Referencial UTM – WGS 84	525008
Altitude	Altitude do local em metros	10
Função	Função do local	Ecoponto

Esta tabela concentrará todos os locais existentes no Município de Aveiro, por percurso de recolha devidamente georreferenciados. Esta informação poderá posteriormente ser filtrada, através de Criação de Consultas em Microsoft Acess.

4.4.1.4. CADASTRO DE CONTENTORES

Associado ao local existem diversos contentores que deverão ter associados a si uma listagem de atributos (Tabela 4.9). Os dados destes contentores nesta tabela resumem-se a dados informativos da sua localização e dos serviços a este alocados.

Tabela 4.9 – Listagem de atributos para o cadastro de contentores

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_Contentor	Número de contentor	1
Percurso_designação	Percurso de recolha associada a um municipio	Aveiro_RSU I 01
Percurso_txt	Percurso de Recolha	RSU I 01
Freguesia	Nome da Freguesia	Aradas
Arruamento	Nome da Rua	Rua das Arrotas
ID_Local	Número do local	1
Local_txt	Nome do Local	Junto à igreja XPTO
Referência_contentor	Número do inventário municipal	AV_CT_800P - 2112
Resíduo	Designação do Residuo	ROB
Serviço_frequência	Nº do tipo de serviço e frequência	1
Contentor_tipo	designação do tipo de contentor	PEAD_superficie
Contentor_tipo_txt	designação do tipo de contentor com capacidade	PEAD_800
ID_Contentor_capacidade	Nº associado à capacidade do contentor	1
Contentor_Capacidade_txt	Capacidade do contentor em litros	800
ID_Contentor_estado	Nº associado ao estado do contentor	1
Contentor_estado_txt	Designação do estado do contentor	Danificado
ID_Contrato	nº associado à entidade a contrato	1
Contrato_txt	Designação da entidade com contrato	ADRA
Contrato_tipo	Designação ao tipo de contrato	Aluguer simples
Observações	Observações a registar	SUMAFIX

4.4.1.5. REGISTO OPERACIONAL DOS PERCURSOS DE RECOLHA

No caso de estudo a recolha de resíduos no município de Aveiro é realizada pela SUMA, no caso dos resíduos indiferenciados e pela ERSUC no caso dos resíduos diferenciados. Na caraterização do percurso de recolha é necessário agregar um determinado resíduo, sendo necessária a associação a uma determinada viatura, equipa, data de recolha. Os percursos atualmente são definidos de acordo com o meio urbano/rural, definidos de acordo com uma periodicidades e por freguesias.

Tabela 4.10 – Listagem de atributos das especificações dos percursos de recolha

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_percurso_especificação	Número do percurso	1
Percurso_txt	Percurso de Recolha	RSU I 01
Área de intervenção	Lugares de abrangência de cada percurso	Glória (cidade) e Quinta do Canha
Residuo	Designação do Residuo	RID
Serviço	Tipo de serviço executado	Recolha
Serviço_frequência	Nº do tipo de serviço e frequência	1
Observações	Observações a registar	

Tabela 4.11 - Listagem de atributos de base operacional dos percursos de recolha

Atributos	Modelo	Exemplo
ID_percurso_especificação	Número do percurso	1
Percurso_designação	Percurso de recolha associada a um municipio	Aveiro_RSU I 01
Freguesia	Nome da Freguesia	Aradas
Arruamento	Nome da Rua	Rua das Arrotas
Local	Nome do Local	Junto à igreja XPTO

4.4.1.6. MODELO RELACIONAL DE TABELAS

A base de dados relacional foi estabelecida segundo o modelo de cadastro proposto para as diferentes partes do modelo de gestão, só assim foi possível estabelecer relações entre tabelas, efetuar consultas e relatórios sobre parte da informação dessas mesmas tabelas, e por fim criar formulários para a edição de dados para as tabelas mais importantes como é o caso da tabela Locais e Contentores. Na base de dados criada apenas existe duas das formas de relação entre as tabelas, nomeadamente um-para-um (1:1) e um-para-muitos (1:N). O Microsoft Access cria uma relação de um-para-muitos se apenas umas das tabelas relacionadas for a chave primária ou se tiver um índice exclusivo, sendo esta a relação mais usual neste tipo de aplicações, caso o campo de ligação entre ambas as tabelas for uma chave primária ou índices exclusivos estabelece uma relação de um-para-um.

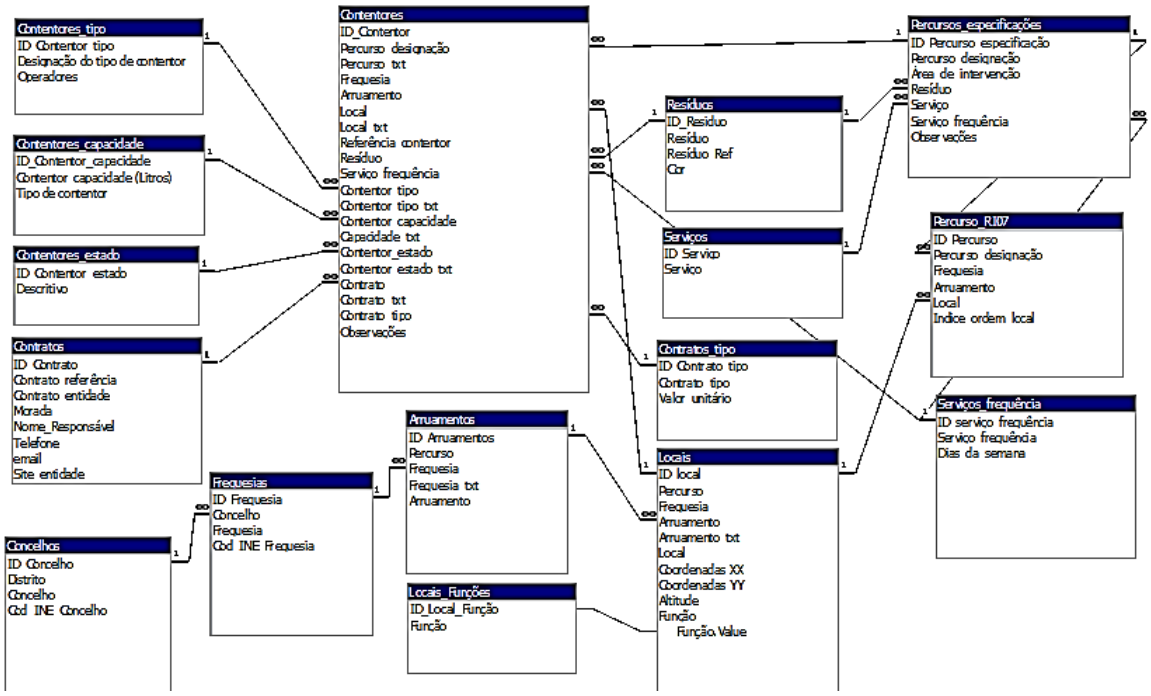


Figura 4.5 – Estrutura da Base do modelo contido em ExpARL12.dccb

Uma relação de um-para-muitos (1:N): Um local pode conter vários contentores e fazer parte de vários percursos de recolha, dependendo dos resíduos recolhidos, um registo da tabela

Cada tabela tem predefinido um código que é usado para designar os locais (pontos) dos ecopontos, permitindo que este atributo tenha representação espacial. A representação dos ecopontos ocorre devido aos atributos de coordenadas referentes a X e Y. Desta forma é possível representar espacialmente os ecopontos e verificar em ambiente SIG, a possível relação entre os locais de deposição para os diferentes resíduos e a análise com a ocupação do solo, e por consequência avaliar se os equipamentos são suficientes para a zona envolvente. As tabelas estão relacionadas entre si através da chave primária, nalguns dos casos a relação é estabelecida e interligada através de colunas de pesquisa, o que facilita a introdução de novos dados. Desse modo, a adição de novos registos a tabelas (linhas) é mais fácil e simples através de formulários para o efeito.

As relações referidas anteriormente comparam os dados correspondentes existentes nos campos chave, normalmente um campo com o mesmo nome em ambas as tabelas. Na maioria dos casos, este campo corresponde a uma chave primária de uma tabela, que fornece o identificador exclusivo para cada registo, e uma chave externa na outra tabela.

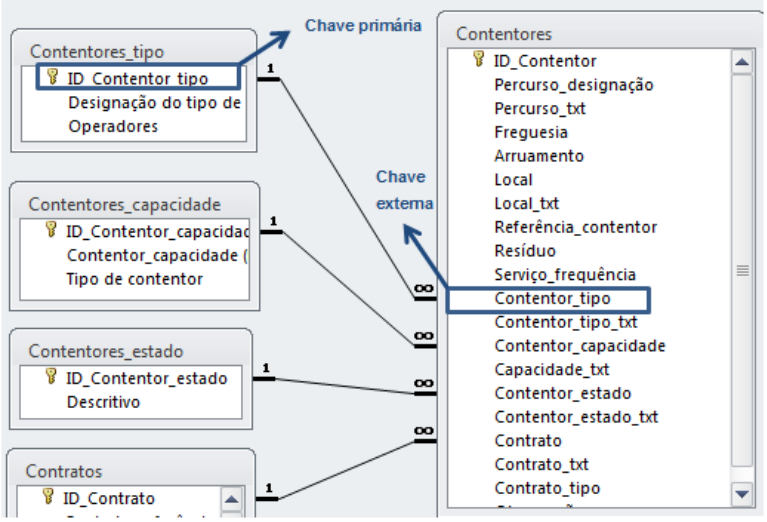


Figura 4.6 Exemplo das chaves primárias

4.4.1.7. FORMULÁRIOS DE BASE DE DADOS

Os formulários possibilitam visualizar e editar os dados, pois é possível criar alguns que contenham dados pertencentes a mais do que de uma tabela, como por exemplo o formulário Contentores relaciona diferentes tabelas consoante verificado na Figura 4.7.

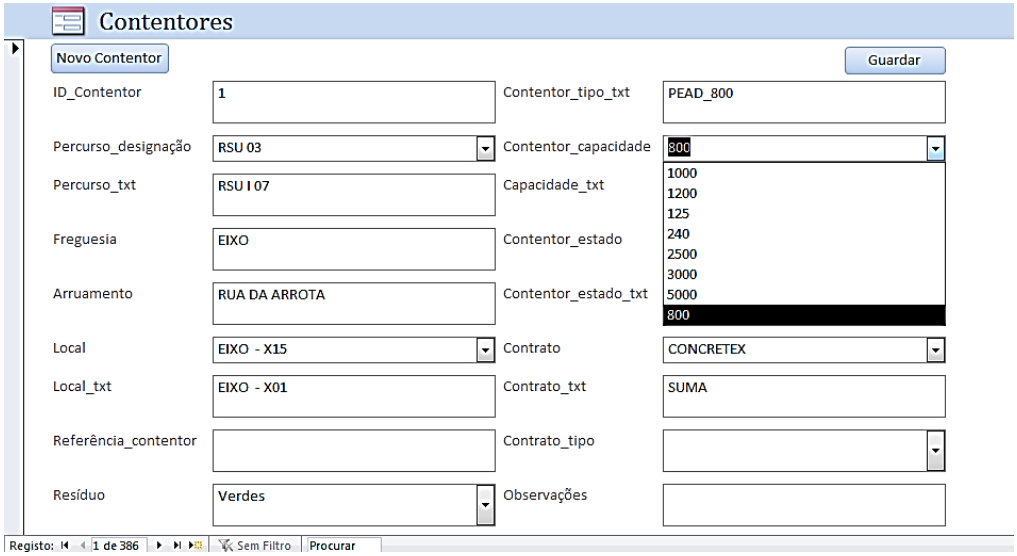


Figura 4.7 - Formulário da tabela Contentores

Através de consultas, as parcelas de informação contidas na base de dados, estas podem ser exibidas, alteradas, analisadas e organizadas. Uma consulta permite, por exemplo, apresentar

uma listagem de cada contentor por ecoponto, ou em alguns dos casos, o último despejo durante um determinado período para um determinado contentor.

4.4.2. TRATAMENTO DOS DADOS EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

É necessário fazer a gestão de toda a informação em termos numéricos. No entanto, a gestão dessa informação em termos espaciais e visuais é também muito importante. Neste sentido, surge o ArcGis como uma ferramenta de gestão. Este permite, não só a distribuição espacial dos contentores, mas também a marcação do percurso e o cálculo do seu comprimento. Primeiramente é importante a criação de uma Geodatabase em ArcCatalog. Uma Geodatabase é um banco de dados que armazena dados geográficos. A vantagem da aplicação da Geodatabase (informação cartográfica) ao caso de estudo incide preferencialmente no armazenamento centralizado dos dados espaciais, atributos e sua respectiva validação. Também a facilidade, a rapidez do carregamento dos dados e a capacidade de personalização são vantagens desta aplicação. Em ambiente ArcMap faz-se a importação das tabelas de locais por percurso. Terá que se fazer a ligação entre a tabela de locais e o mapa usando o comando " Display X Y Data". Esta ligação é feita através das coordenadas dos locais e vai fazer com que todos os pontos apareçam no mapa devidamente representados.

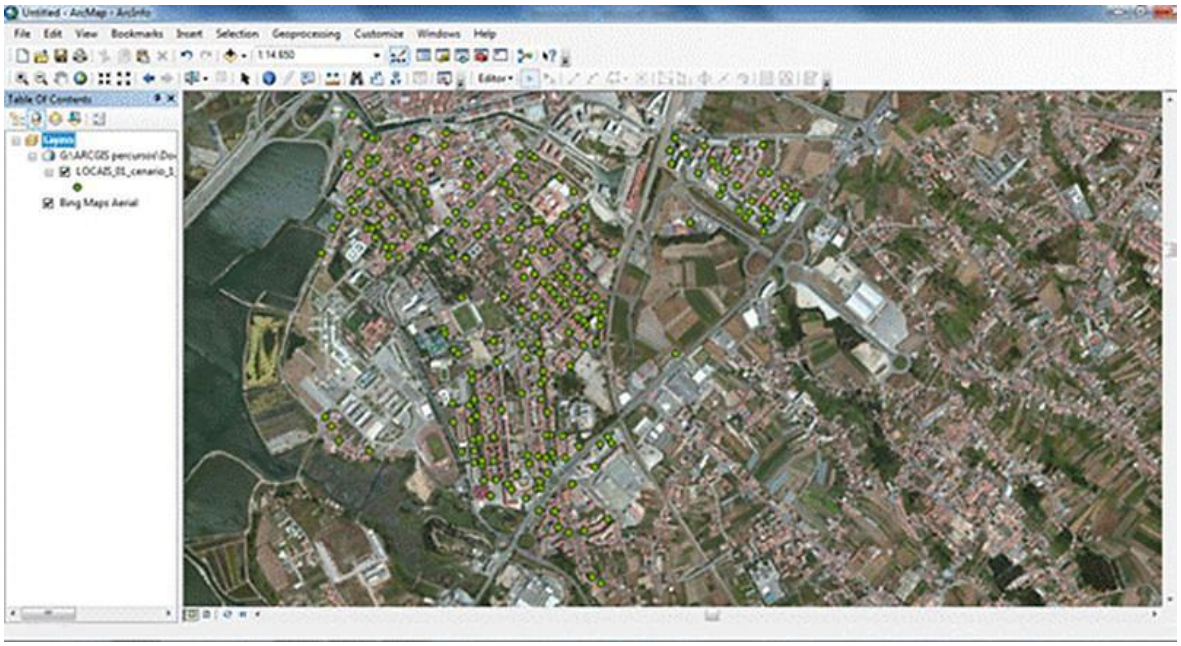


Figura 4.8 Representação em ArcGis de todos os locais onde foram recolhidos dados no percurso RSU I 01

Posteriormente são criadas em ArcCatalog as features class shapefile polyline para edição dos percursos de recolha, que posteriormente serão tratados em ambiente ArcMap. Depois será

importado para ArcMap e traçado o percurso executado com a ajuda do “Editor” ponto por ponto, tentando registar e percorrer o percurso real executado.

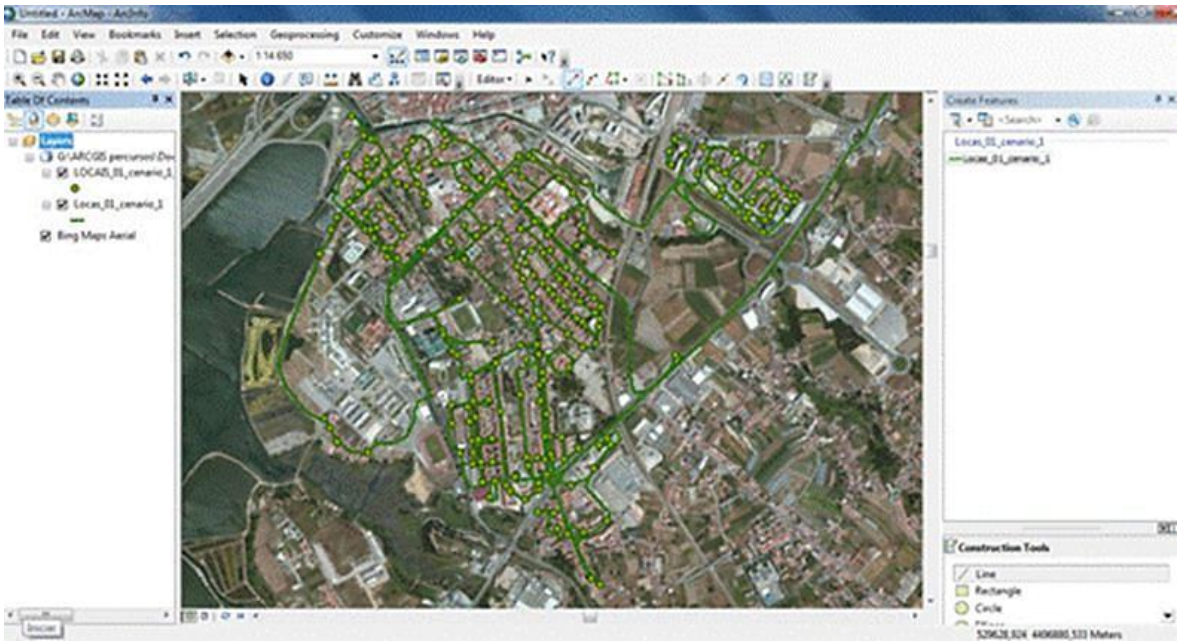


Figura 4.9 - Representação em ArcGis do percurso executado.

O cálculo da distância total do percurso executado é calculado também em ambiente ArcMap, obtendo-se a distância de ponto a ponto de recolha.

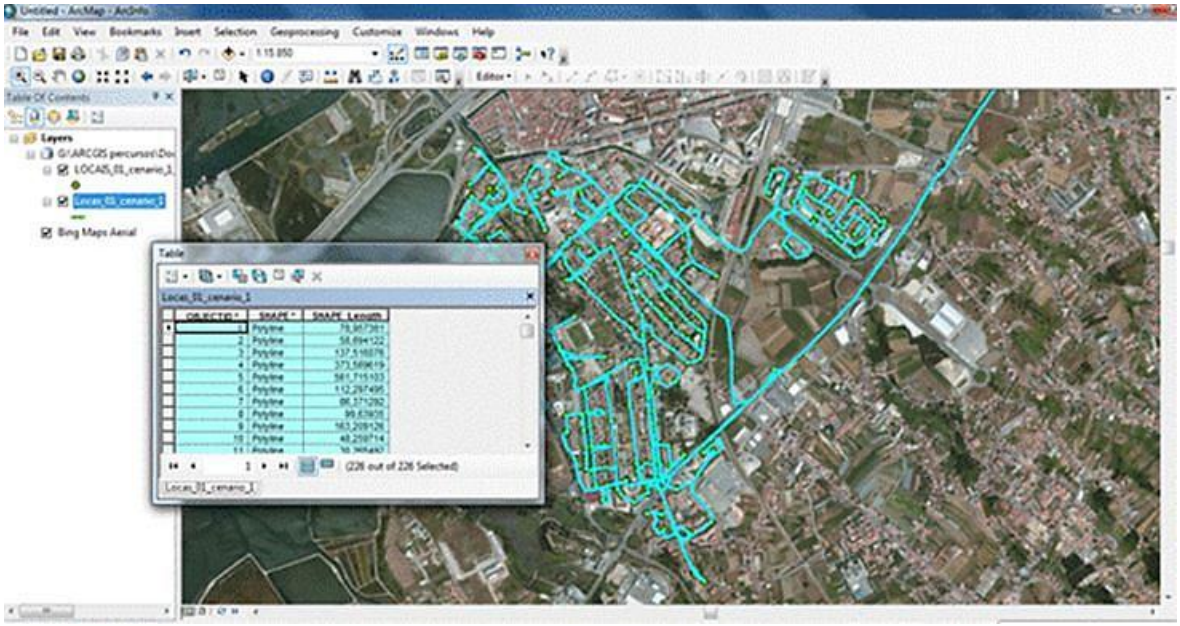


Figura 4.10 – Cálculo da distância total do percurso RSU I 01

Posteriormente é feito o carregamento do mapa do INE, com as divisões em subsecções e secções, para o ArcCatalog e de seguida é importado para o ArcMap e sobrepondo-o, alterando a transparência e as cores de modo a que sejam percetíveis todos os números e todas as divisões.

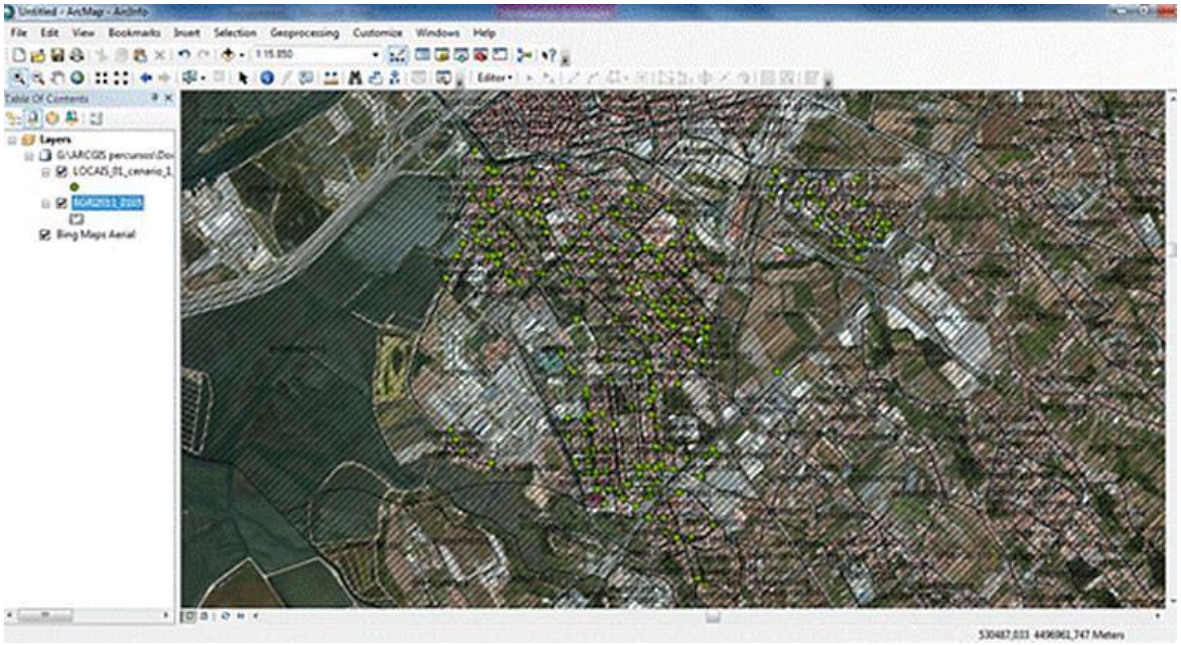


Figura 4.11 – Representação do ficheiro BGRI0105_2011 referente ao município de Aveiro em ArcMap

É procedida à criação de feature class shapefile polygon para edição de uma área. Essa área será tratada em ArcMap, de forma a identificar a área de abrangência de um determinado percurso, retirando dessa área informações como população abrangida e alojamentos totais inseridos nesse percurso.

4.4.3. INDICADORES DE GESTÃO RELATIVOS AO MUNICÍPIO DE AVEIRO

A avaliação da qualidade do serviço prestado passa pela análise comparada de determinadas variáveis conhecidas como indicadores de gestão. Estes referem-se a valores estatísticos tais como: população a servir, a quantidade de RU recolhida, as despesas com o serviço de recolha, os números de contentores disponíveis para recolha indiferenciada, etc. Os indicadores de operação de recolha na gestão de resíduos são fundamentais na medida em que contribuem para uma melhoria continua do sistema, sendo que o conhecimento de tempos e/ou distâncias de recolha e transporte, velocidades de recolha permitem o cálculo de indicadores de produtividade de forma a avaliar a eficiência dos percursos e a comparação entre eles.

Os indicadores de gestão a considerar para a análise do sistema de gestão de resíduos do município de Aveiro vêem descritos na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Indicadores de Gestão considerados para análise dos Cenários de Gestão de RU no município de Aveiro

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit
		Carateristicas Gerais	
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$
		Deposição dos resíduos	
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	ton $RU.m^3$ $cont^{-1}$
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$
RUI11	N_{sMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$
		Recolha de resíduos	
RUI12	d_G	Distância da garagem ao 1º ponto no jésimo percurso	$km.perc^{-1}$
RUI13	d_T	Distância de transporte de ida e volta no jésimo percurso	$km.perc^{-1}$
RUI14	d_R	Distância efetiva de recolha no jésimo percurso	$km.perc^{-1}$
RUI15	d_{SCF}	Distância total de recolha no jésimo percurso	$km.perc^{-1}$
RUI16	d_L	Distância média entre locais de recolha no jésimo percurso	$km.local^{-1}$
RUI17	t_G	Tempo da garagem ao 1º ponto de recolha no jésimo percurso	$h.perc^{-1}$
RUI18	t_R	Tempo efetivo de recolha no jésimo percurso	$h.perc^{-1}$
RUI19	t_T	Tempo de transporte de ida-e-volta ao local de despejo no jésimo percurso	$h.perc^{-1}$
RUI20	t_{SCF}	Tempo total de recolha no jésimo percurso	$h.perc^{-1}$
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	ton $RU.dia^{-1}$
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	ton $RU.sem^{-1}$
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	ton $RU.sem^{-1}.cont^{-1}$
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	m^3 $RU.sem^{-1}.cont^{-1}$
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	ton $RU.ano^{-1}$
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	kg $RU.hab^{-1}.dia^{-1}$
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	kg $RU.hab^{-1}$ sem^{-1}
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	ton $RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	kg $RU.m^{-3}$
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	m^3 $RU.dia^{-1}$
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	m^3 $RU.m^3$ $cont^{-1}$

Código Variável Indicadores de Gestão Unit

RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	m^3 RU.cont^{-1}
RUI34	D_{SCFj}	Distância total de recolha por tonelada de RU no percurso j	km.ton RU^{-1}
RUI35	D_{Rj}	Distância efetiva de recolha por tonelada de RU no percurso j	km.ton RU^{-1}
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	ton RU.km^{-1}
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	ton RU.h^{-1}
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	ton RU.local^{-1}
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	h.h^{-1}
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	km.km^{-1}
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	L.ton RU^{-1}
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	ton RU .oper^{-1}. h^{-1}
		Custos associados	
RUI43	C_{rj}	Custo anual da recolha indiferenciada no percurso j	€.ano^{-1}
RUI50	C_{ROj}	Custo anual da recolha de RUB no percurso j	€.ano^{-1}
RUI44	C_{Lj}	Custo anual da higienização e manutenção dos contentores no percurso j	€. ano^{-1}
RUI45	C_{Tj}	**Custos anuais totais no percurso j**	€.ano^{-1}
RUI46	$T_{avar,\ aloj}$	Tarifa variável por alojamento	€.ano^{-1}.aloj^{-1}
RUI47	$T_{afixa,aloj}$	Tarifa fixa por alojamento	€.ano^{-1}.aloj^{-1}
RUI48	R_{Tdj}	**Receitas anuais totais (considerando somente setor doméstico) no percurso j**	€.ano^{-1}
		Desempenho ambiental	
RUI49	PAC_j	Potencial de alterações climáticas unitário do percurso j	kg CO2eq.ton^{-1} RU

Tabela 4.13 – Indicadores de Gestão considerados para análise do cenário 2 no âmbito da recolha de bioresiduo no município de Aveiro

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit
		Recolha de bioresiduos	
RUI51	M_{doj}	Massa média diária de RUB recolhida no jésimo percurso	ton RUB.dia^{-1}
RUI52	M_{soj}	Massa média semanal de RUB recolhida no jésimo percurso	ton RUB.sem^{-1}
RUI53	M_{aoj}	Massa anual de RUB recolhido no jésimo percurso	ton RUB.ano^{-1}
RUI54	P_{doj}	Capitação diária de produção de RUB por habitante no percurso j	kg RUB.hab^{-1}.dia^{-1}
RUI55	P_{soj}	Capitação semanal de produção de RUB por habitante no percurso j	kg RUB.hab^{-1} sem^{-1}
RUI56	P_{sMoj}	Capitação semanal de produção de RUB por 1000 habitantes no percurso j	ton RUB.1000hab^{-1}.sem^{-1}
RUI57	ρ_{RUB}	Massa específica de RUB alocados no contentor	kg RUB.m^{-3}
RUI58	V_{jo}	Volume médio diário de RUB recolhida no jésimo percurso	m^3 RUB.dia^{-1}

A informação de base utilizada para o cálculo destes indicadores foi recolhida a partir de fontes diversas e vem apresentada na tabela seguinte.

Tabela 4.14 – Variáveis utilizadas no cálculo dos indicadores de gestão da recolha de RU e RUB

Refª Variável	Variável	Unit	Valor
t_K	Tempo que um veículo demora a percorrer um quilómetro	$h.km^{-1}$	0,067[1]
L_k	Consumo especifico médio de gasóleo do veículo de recolha de $15m^3$	$L.km^{-1}$	0,51[2]
	Consumo especifico médio de gasóleo do veículo de recolha de $20m^3$		0,62[3]
Ta_r	Tarifa paga pelo serviço de recolha de RU	€.ton RU $^{-1}$	38,15
Ta_T	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RU	€.ton RU $^{-1}$	23,45
Ta_{TT}	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RU com o TMB	€.ton RU $^{-1}$	50
Ta_{RO}	Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RUB na unidade de compostagem	€.ton RUB^{-1}	20,60
Ta_L	Tarifa paga pelo serviço de lavagem/manutenção de contentores de recolha de RU	€.m^3cont^{-1}.mês^{-1}	15,66
$Ta_{fixa,aloj}$	Tarifa fixa de RU para setor doméstico	€.aloj^{-1}	3,85
Ta_{var}	Tarifa variável de RU para setor doméstico	€.m^{-3} H_2O	0,5
T_{R2}	Tempo de carga e descarga de cada contentor	h.perc^{-1}	0,01[4]
Q_{hab}	Consumo diário de água por habitante	m^3 H_2O.hab^{-1}.dia^{-1}	0,100
t_{R2}	Tempo de carga e descarga de cada contentor presente no local	h.perc^{-1}	0,01
ρ_d	Massa volúmica do gasóleo	kg.m^{-3}d	845
PCI_d	Poder Calorifico Inferior do gasóleo	GJ.ton^{-1}	43,3
FE_d	Fator de emissão do gasóleo	kg CO2 eq.GJ^{-1}	74,0
v_t	Velocidade média de transporte de RU ao local de despejo	km.h^{-1}	50

Segundo (Tchobanoglous, Theissen, & Vigil, 1993) a velocidade média de transporte de residuos é de cerca de 80,45 km.h^{-1}, no entanto para a área de estudo em questão a velocidade máxima permitida será de 50km.h^{-1}, sendo este o valor considerado para o cálculo.

A capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso, V_{pj} é dada por:

$$V_{pj} = \sum_{perc} V_{cij} \qquad \text{[Eq. 4-1]}$$

Sendo V_{cij} a capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j.

O número de contentores por 1000 habitantes e por semana a recolher é dado pela seguinte equação:

$$N_{sMj} = P_{sMj} \frac{1000}{\rho_{RU}} \frac{1}{f_{cj}} \frac{1}{V_{cij}} \qquad \text{[Eq. 4-2]}$$

Sendo P_{sMj} a capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j, f_{cj} a fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j, V_{cij} a capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j e ρ_{RU} a massa específica de RU alocados no contentor.

[1] Retirado de (Carvalho, Matos, & Gomes, 2011), considerando velocidade média de recolha de 15km.h^{-1}

[2] Retirado de (Fernandes, 2009)

[3] Retirado de (Fernandes, 2009)

[4] Retirado de (Carvalho M. M., 2008)

A capitação diária de RU para cada percurso foi estimada a partir dos registos disponibilizados relativos à deposição em aterro (dados do mês de Setembro de 2011), dadas para jésimo percurso.

$$P_{dj} = \frac{M_{dj}}{h_j} \qquad \text{[Eq. 4-3]}$$

sendo M_{dj} a massa mensal de RU recolhida no jésimo percurso e h_j o número de habitantes servidos no jésimo percurso.

O tempo de recolha no sistema contentor fixo mecanizado (SCF) é o tempo necessário para a realização de um percurso de recolha, determinando-se a partir da equação

$$t_{SCFj} = \frac{t_{Rj} + t_{Tj} + t_{Dj}}{1 - w} \qquad \text{[Eq. 4-4]}$$

Em que,

w - fracção de tempos mortos (=0.15),

t_{Rj} - Tempo efetivo de recolha (h.perc^{-1})

t_{Tj} - tempo de transporte ao local de despejo (h.perc^{-1})

t_D - Tempo de despejo (h.perc^{-1})

O tempo efetivo de recolha, t_{Rj} pode ser obtido a partir da seguinte equação:

$$t_{Rj} = (n_j - 1)t_{R1} + c_j t_{R2} \qquad \text{[Eq. 4-5]}$$

Em que,

t_{R1} - Tempo de viagem entre locais sucessivos (h.local^{-1})

t_{R2} - tempo de carga e descarga de cada contentor presente no local (=0.01h.cont^{-1})

n – número de locais de recolha (ecopontos) no percurso j

c - Número de contentores recolhidos no percurso j

O valor do t_{r1} obtém-se a partir da seguinte equação:

$$t_{R1} = t_K \, d_{R1} \qquad \text{[Eq. 4-6]}$$

Sendo

t_k - Tempo que um veículo demora a percorrer um quilómetro (=0.067h.km-1)

d_{R1} – Distância entre locais sucessivos (km)

O tempo de transporte ao local de despejo t_T é obtido a partir da seguinte equação:

$$t_T = t_{T1} + t_{T2} \qquad \text{[Eq. 4-7]}$$

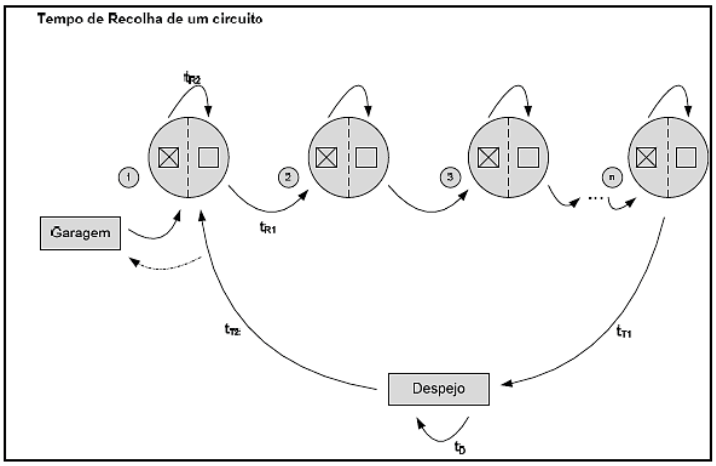


Figura 4.12 – Esquema representativo do tempo de recolha num Sistema Contentor Fixo (SCF) (Pereira & Matos, 2009)

A massa volúmica da mistura de resíduos foi calculado de acordo com a caraterização física da ERSUC para o ano 2011 (ERSUC, 2012) e a tabela de características ponderais típicas de alguns componentes de resíduos urbanos, retirada de (ALGAR, 2010)

$$\rho_H = \frac{\sum w_{IH}}{\sum \frac{w_{IH}}{\rho_i}} \qquad \text{[Eq. 4-8]}$$

Sendo, w_{iH} a Fracção mássica do componente i numa mistura H de n componentes em base tal e qual (kg i btq/kg H btq) e ρi a massa volúmica do componente i em base tal e qual (kg i btq/m^3 i) As frações mássicas dos componentes i na mistura, vêem descritos na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Composição física dos RU no sistema ERSUC

	Cenário 0 e 1	Cenário 2
Componente i	wiH [kg i/kg H btq]	wiH [kg i/kg H btq]
Bioresiduos	0,471	0,000
Papel/Cartão	0,121	0,228
Plástico	0,090	0,170
Metal	0,016	0,031
Vidro	0,031	0,058
Madeira	0,001	0,001
REEE	0,002	0,003
Pilhas e Acumuladores	2,00E-04	3,78E-04
Outros resíduos	0,269	0,509
∑	1,000	1,000

A produtividade na recolha de RU do percurso, baseia-se na produtividade obtida por operário e por hora por cada tonelada de RU. Esta calcula-se relativamente aos operadores de recolha considerando-se um motorista e dois cantoneiros de limpeza por percurso e por recolha.

$$Prod_j = \frac{M_{dj}}{3t_{SCF}} \quad \text{[Eq. 4-9]}$$

Os custos anuais associados à recolha/tratamento de RU por percurso j para o cenário 0 seguem a seguinte equação:

$$C_{rj} = M_{aj}(Ta_r + Ta_T) \quad \text{[Eq. 4-10]}$$

Sendo

M_{aj} Massa anual de RU recolhido no percurso j (ton RU.ano^{-1})

Ta_r Tarifa paga pelo serviço de recolha de RU (€.ton RU^{-1})

Ta_T Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RU (€.ton RU^{-1})

Os custos anuais associados à recolha/tratamento de RU por percurso j para o cenário 1 seguem a seguinte equação:

$$C_{rj} = M_{aj}(Ta_r + Ta_{TO}) \quad \text{[Eq. 4-11]}$$

Sendo

Ta_r Tarifa paga pelo serviço de recolha de RU (€.ton RU^{-1})

T_{aTO} Tarifa paga pelo serviço de receção/tratamento de RU com o TMB (€.ton RU^{-1})

No caso do cenário 2 os custos anuais da recolha/tratamento de RUB do jésimo percurso seguem a seguinte equação:

$$C_{roj} = M_{aoj}(Ta_r + Ta_{RO}) \quad \text{[Eq. 4-12]}$$

Sendo

M_{aoj} Massa anual de RUB recolhido no jésimo percurso (ton RUB.ano^{-1})

T_{ar} Tarifa paga pelo serviço de recolha de RU (€.ton RU^{-1})[5]

T_{aRO} Tarifa paga pelo serviço de tratamento de RUB na unidade de compostagem (€.ton RUB^{-1})

No caso da recolha e tratamento de RU por percurso j seguem a equação 4-11, no caso do cenário 2 referente à componente de RU.

Os custos anuais associados à limpeza/manutenção de contentores de recolha de RU por percurso seguem a seguinte equação:

$$C_{Lj} = V_{pj}Ta_L \quad \text{[Eq. 4-13]}$$

[5] Neste caso a tarifa considerar-se-á a mesma sendo para recolha de RSU sendo para RUB, considerando que serão recolhidos pela mesma viatura.

Sendo

Ta_L Tarifa paga pelo serviço de lavagem/manutenção de contentores de recolha de RU (€.$m^3$$cont^{-1}$$mês^{-1}$)

V_{pj} Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso (m^3cont)

As receitas anuais totais associadas à gestão de RU pagas pelos munícipes no jésimo percurso seguem a seguinte equação:

$$R_{Tdj} = (Ta_{fixa,aloj} + Ta_{Var,aloj})N_{Aj} \quad \text{[Eq. 4-14]}$$

Sendo

$Ta_{fixa,aloj}$ Tarifa fixa de RU para setor doméstico [3.85€.$aloj^{-1}$]

N_{Aj} Número de alojamentos existentes na área de abrangência do jésimo percurso

A $Ta_{Var,aloj}$ obtém-se de acordo com a seguinte consideração:

$$Ta_{Var,aloj} = Ta_{var} Q_{hab} h_{aj} \quad \text{[Eq. 4-15]}$$

Sendo:

Ta_{var} – Tarifa variável de RU para setor doméstico (0,50€.$m^{-3}$$H_2O$)

Q_{hab} – Consumo diário de água por habitante (0,1 m^3 H_2O.hab^{-1}.dia^{-1})

h_{aj} – Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso

O desempenho ambiental é calculado segundo a seguinte equação e mediante os dados na Tabela 4.7

$$PAC_j = PCI_d\, FE_d \rho_d L_{dj} \quad \text{[Eq. 4-16]}$$

As constantes referidas na equação 4.16 dizem respeito à consulta dos seguintes diplomas legais:

- **ρ_d Anexo III - Decreto-Lei n.º 89/2008 de 30 de Maio** estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos

- **PCI_d Tabela 1 do Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho** procede à publicação dos factores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respectivos factores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO2 equivalente (kgCO2e).

- **FE_d Tabela 1 do Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho** procede à publicação dos factores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respectivos factores

para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO_2 equivalente ($kgCO_2eq.GJ^{-1}$).

Sendo, L_{dj} o consumo especifico de gasóleo do veiculo de recolha, dado por:

$$L_{dj} = L_k \frac{1}{m_{dj}} \qquad \text{[Eq. 4-17]}$$

Em que L_k é o consumo específico de gasóleo pelo veículo de recolha obtido a partir da bibliografia (Fernandes, 2009)e m_{dj} é a massa de resíduos urbanos recolhidos por quilómetro no percurso j. de referir que esta L_k varia consoante a capacidade do veiculo, referido adequadamente na Tabela 4.14

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo deste trabalho consiste na avaliação de indicadores de percursos de recolha de RU no município de Aveiro, de forma a identificar possíveis pontos de melhoria. A análise dos resultados será processada sendo analisados os percursos urbanos e rurais, comparando entre si nalgumas variáveis operacionais. Os dados analisados correspondem aos dados obtidos no trabalho de campo decorrido até junho de 2012 e nas pesagens de resíduos do mês de Setembro de 2011.

Nos oito percursos em análise o município encontra-se servido por um total de 1833 locais de recolha onde se encontram distribuídos 3173 contentores, sendo que 704 desses contentores estão diretamente direcionados para o setor industrial e serviços.

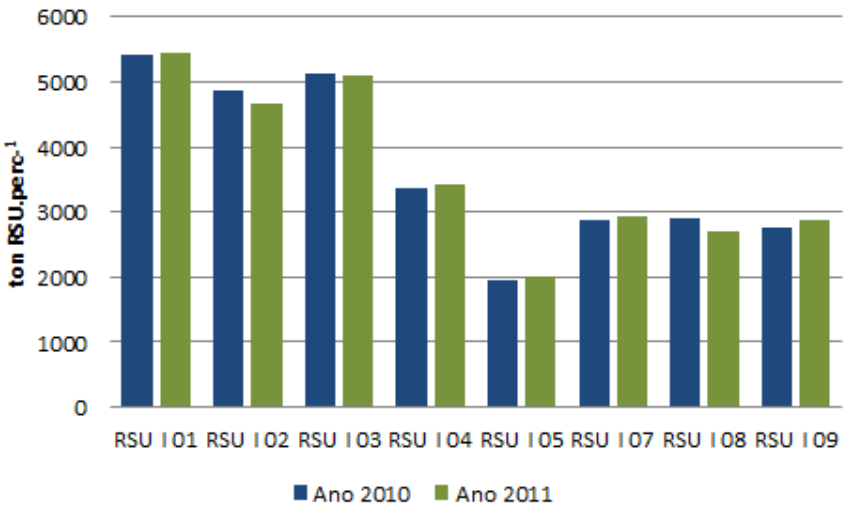


Figura 5.1 – Evolução da recolha de RU nos oito percursos analisados, para o ano 2010 e 2011, no município de Aveiro

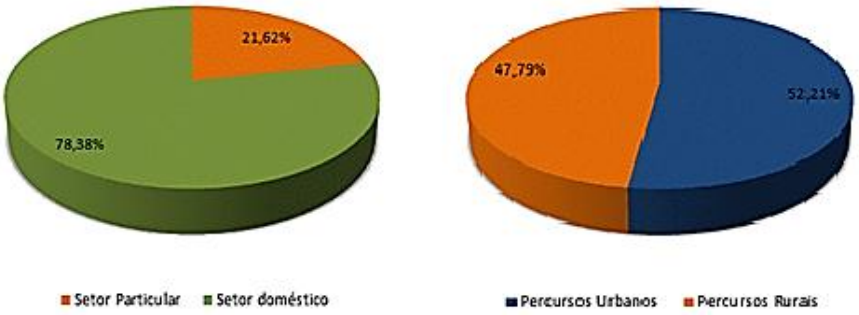


Figura 5.2 – Proveniência dos RU dos oito percursos de recolha de RU, relativo ao ano 2011

Tabela 5.1 - Custos totais de gestão e receitas totais provenientes do setor doméstico, para os oito percursos de recolha de RU, relativos ao ano 2011 para os três cenários em análise

Percurso	Cenário 0		Cenário 1		Cenário 2	
	C_{Tj}	R_{TMj}	C_{Tj}	R_{TMj}	C_{Tj}	R_{TMj}
RSU I 01	408.501 €	521.820 €	404.846 €	521.820 €	358.571,84 €	521.820 €
RSU I 02	339.224 €	408.896 €	348.273 €	408.896 €	306.502,14 €	408.896 €
RSU I 03	389.719 €	630.029 €	456.527 €	630.029 €	404.556,80 €	630.029 €
RSU I 04	262.678 €	334.688 €	305.013,37 €	334.688 €	270.377,27 €	334.688 €
RSU I 05	175.342,00 €	225.139 €	186.728,59 €	225.139 €	167.571,97 €	225.139 €
RSU I 07	235.947,30 €	236.274 €	268.426,08 €	236.274 €	238.931,71 €	236.274 €
RSU I 08	231.401,18 €	210.779 €	153.985,42 €	210.779 €	137.693,20 €	210.779 €
RSU I 09	220.814,66 €	254.590 €	257.605,49 €	254.590 €	228.211,26 €	254.590 €
Total	**2.263.627 €**	**2.822.214 €**	**2.381.405 €**	**2.822.214 €**	**2.112.416 €**	**2.822.214 €**

O total de custos relativos aos oito percursos em análise é de 2.263.627 € sendo as receitas totais de 2.822.214 €, tendo como margem cerca de 558.587 €. De referir que os custos só estão a ser contabilizados os valores da tarifa fixa e variável dos tarifários para o setor doméstico e os custos relativos à gestão direta por parte das entidades com concessão da gestão. De referir a importância das faturas não realizadas, os denominados “calotes”, que segundo os SMA representam um parcela bastante considerável, devendo ser analisadas com alguma atenção por parte dos SMA.

5.1. ANÁLISE COMPARATIVA DOS INDICADORES DOS PERCURSOS URBANOS

5.1.1. CENÁRIO 0 – MODELO DE GESTÃO ATUAL

O cenário 0 é caracterizado pela deposição dos resíduos em contentores colocados na via pública de forma a servirem a população, não contemplando qualquer separação na origem no que diz respeito à fracção biodegradável dos resíduos.

Os três percursos urbanos existentes no município dizem respeito ao percurso RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03.

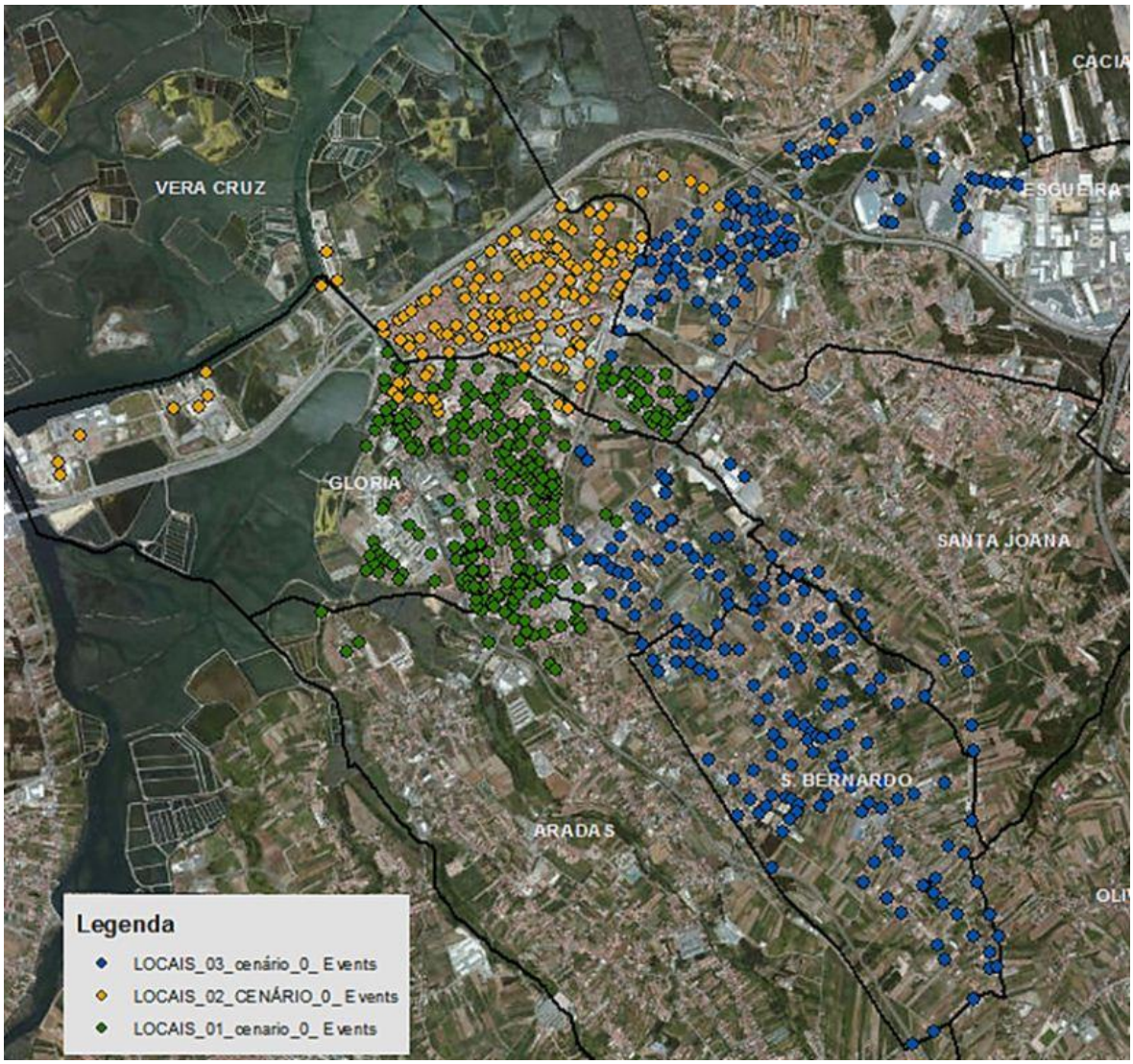


Figura 5.3 – Locais de recolha pertencentes aos percursos urbanos RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03 no cenário 0 para o município

Na tabela 5.2 vêem descritas as características gerais dos percursos urbanos do municipio para o cenário 0.

Tabela 5.2 – Carateristicas gerais dos percursos urbanos RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03 para o Cenário 0

Percurso	Freguesias abrangidas	Área de abrangência [km^2]	População Residente [hab]	Alojamentos existentes [aloj]	Nº de locais de recolha [local]	Nº de Contentores [cont]	% Contentores de Entidades a contrato
RSU I 01	Aradas	2,591	976	852	254	515	28,0%
	Vera Cruz		7539	941			
	Glória		1689	5471			
RSU I 02	Esgueira	5,155	245	111	154	339	21,5%
	Vera Cruz		7839	5360			
	Glória		528	353			
RSU I 03	Esgueira	8,837	6496	3305	283	510	13,3%
	Vera Cruz		1724	952			
	Glória		1373	702			
	Aradas		29	10			
	São Bernardo		4906	2259			
	Santa Joana		780	362			

A recolha de RU nestes três percursos ocorre seis vezes por semana (vide Tabela 4.4). Nestes percursos, os contentores de RU são maioritariamente de polietileno e a capacidade do contentor mais comum neste sistema é de 800L, sendo a recolha traseira.

A acessibilidade física ao serviço é calculada de acordo com a quantificação de alojamentos servidos com recolha indiferenciada. A quantificação obedece aos critérios de o equipamento de recolha indiferenciada instalado estar a distância inferior a 100 m do limite do prédio (incluindo os alojamentos em áreas com serviço porta a porta) e a frequência de recolha salvaguardar a saúde pública, ambiente e qualidade de vida dos cidadãos. (ERSAR & LNEC, 2011). Desta forma em ambiente SIG foi criado um buffer em redor de cada ponto de recolha, consoante o tipo de área de abrangência de forma a percecionar se o serviço está adequadamente distribuído à população.

Nas Figura 5.4, Figura 5.5 e Figura 5.6 estão representados os locais de recolha relativos ao cenário 0, para os percursos RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03, respetivamente, com a respetiva análise de cobertura do serviço de recolha de RU.

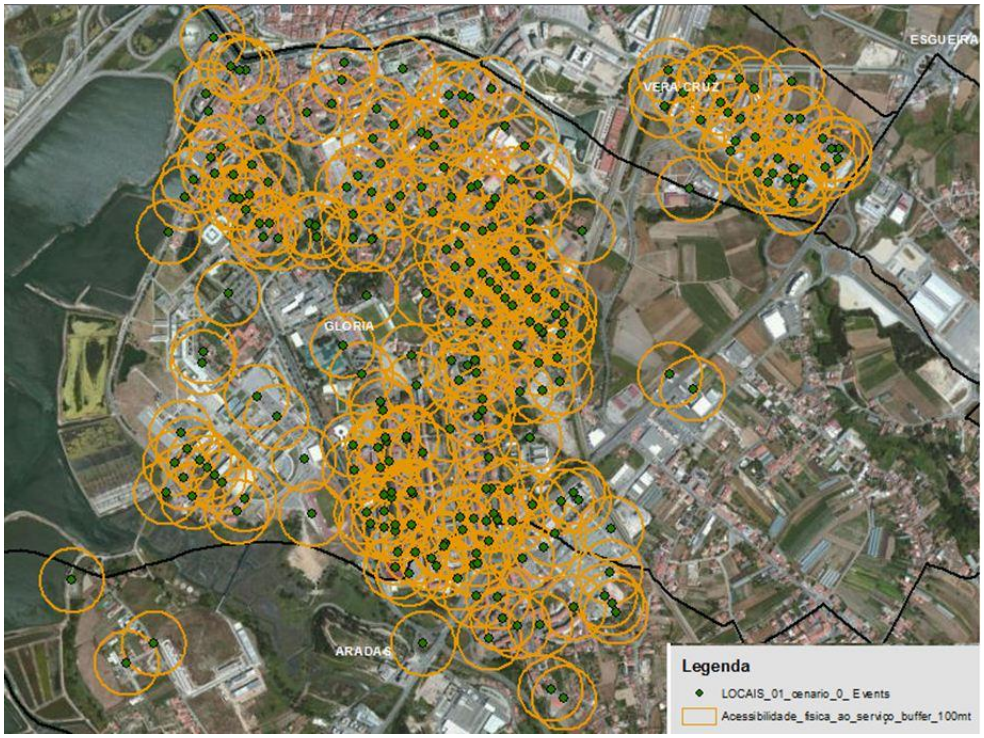


Figura 5.4 – Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 01 – Cenário 0

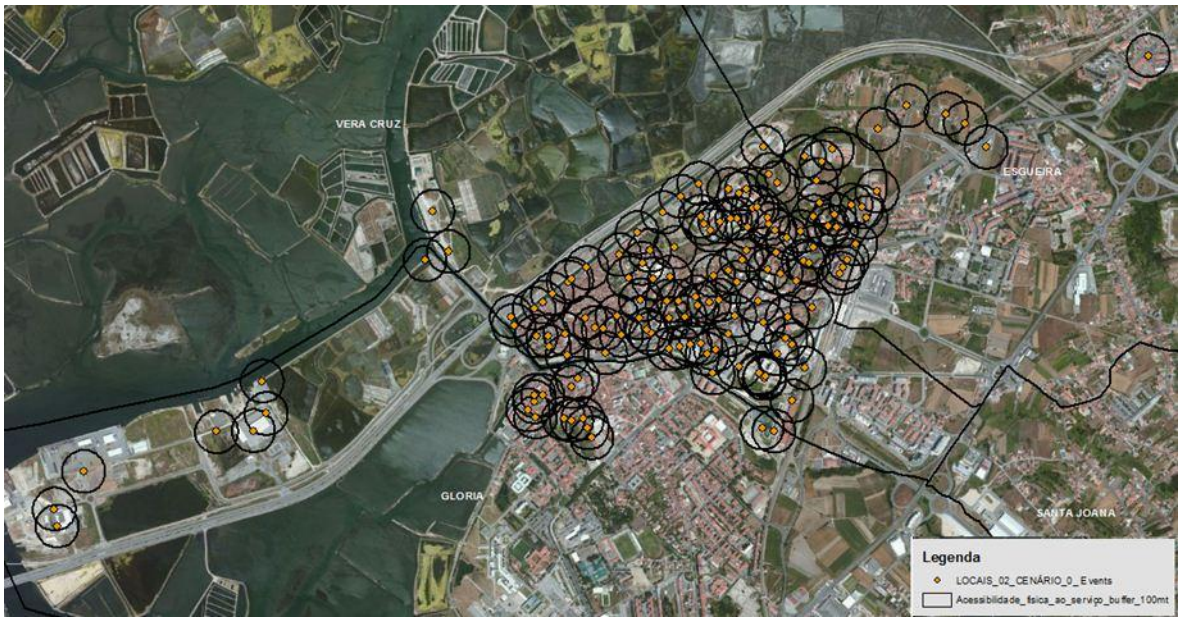


Figura 5.5 – Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 02 – Cenário 0

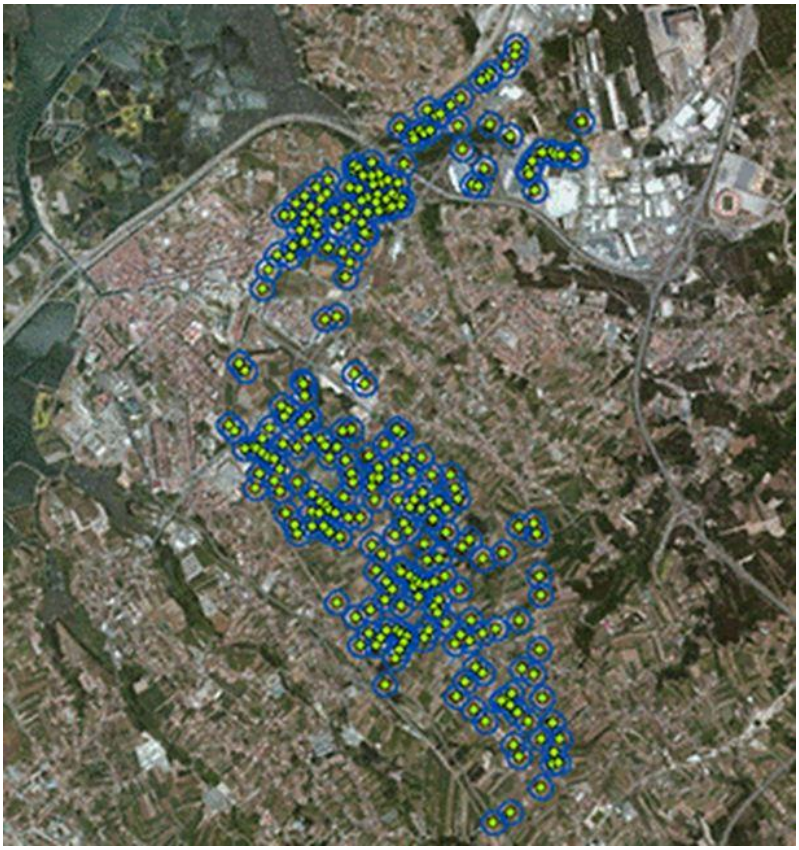


Figura 5.6 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 03 – Cenário 0

Verifica-se analisando as figuras que a cobertura do serviço andará em redor dos 100% para todos os percursos de recolha.

Analisando a contribuição das entidades privadas por percurso, para os quantitativos totais recolhidos verifica-se que no caso do percurso RSU I 01 o valor médio semanal resultante dos 114 contentores associados a entidades privadas, era de 29,27 ton RU.sem^{-1}, ou seja cerca de 27,9% da massa total de RU recolhida por semana.

Relativamente ao percurso RSU I 02 o valor médio semanal resultante de 73 entidades é de cerca de 15,52 ton RU.sem^{-1} ou seja 16,8% da massa total de RU recolhida por semana. Ainda relativamente a este percurso verificou-se uma ida extra ao aterro ao sábado, o que evidenciou claramente que a recolha dos contentores do Porto de Aveiro (21 contentores) só se realiza nesse mesmo dia, contabilizando cerca de 6 ton RU.sem^{-1}.

No caso do percurso RSU I 03, o valor médio semanal resultante das 68 entidades é de cerca de 13,36 ton RU.sem^{-1} ou seja 13,3% da massa total de RU recolhida por semana.

Na Tabela 5.3 vêem descritos os indicadores de gestão relativos à deposição de RU para os três percursos urbanos do municipio.

Tabela 5.3 - Indicadores de Gestão relativos à deposição de resíduos para os três percursos urbanos no cenário 0

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Carateristicas Gerais				
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	3939	1671	1732
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	10204	8612	15308
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	1,40	1,48	2,02
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,75	0,80	0,80
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	6	6	6
		Deposição dos residuos				
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	385	271	403
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	10	20
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$	11,74	8,71	7,85
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	$ton\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,045	0,056	0,041
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$	19,81	25,40	30,02
RUI11	N_{sMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$	304,80	237,36	200,24

Da análise da Tabela 5.3 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população ser o percurso RSU I 03, com cerca de 44,8% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos urbanos embora o percurso que apresenta maior densidade populacional seja o percurso RSU I 01 (cerca de 3939 $hab.km^{-2}$).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 02, ou seja cerca de 56 kg $RU.m^{-3}\ cont^{-1}$

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 03, com cerca de 30 habitantes por contentor, sendo seguido por o percurso RSU I 02 com cerca de 25$hab.cont^{-1}$.

Na Figura 5.7, Figura 5.8 e Figura 5.9 vêm descritas as distâncias devidamente calculadas em ArcGIS e os tempos de acordo com as equações 4.4, 4.5 e 4.7.

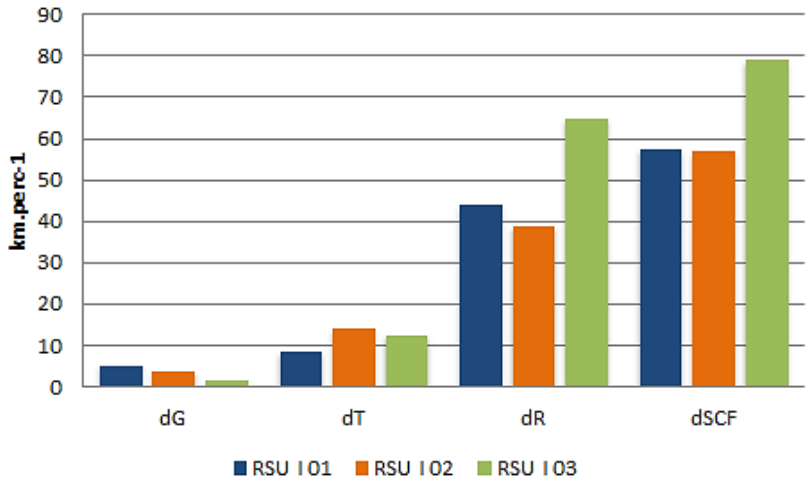


Figura 5.7 Distâncias percorridas na recolha de RU nos três percursos urbanos do município para o cenário 0

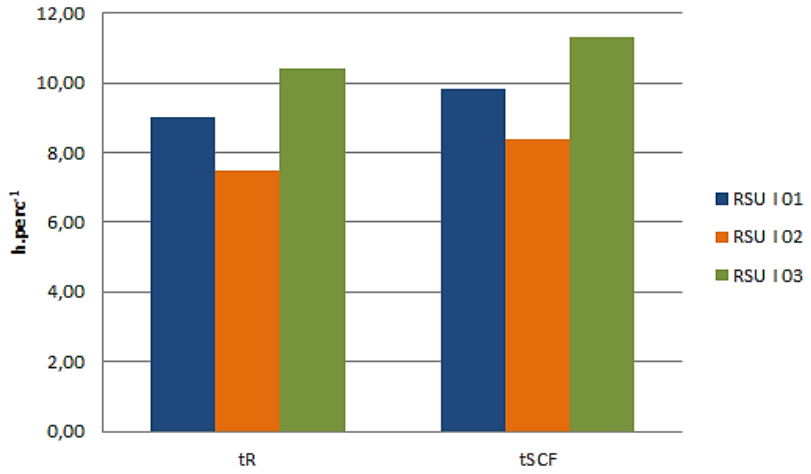


Figura 5.8 Tempo efetivo e total na recolha de RU nos três percursos urbanos do município para o cenário 0

Analisando a Figura 5.8 verifica-se que nenhum dos percursos poderá ser realizado na totalidade pela mesma equipa já que ultrapassa o período de 6h30 de trabalho dos operadores destinados a cada um dos percursos noturnos. Esta análise revela que dentro de cada um destes percursos os operários deverão dividi-los em sub-percursos.

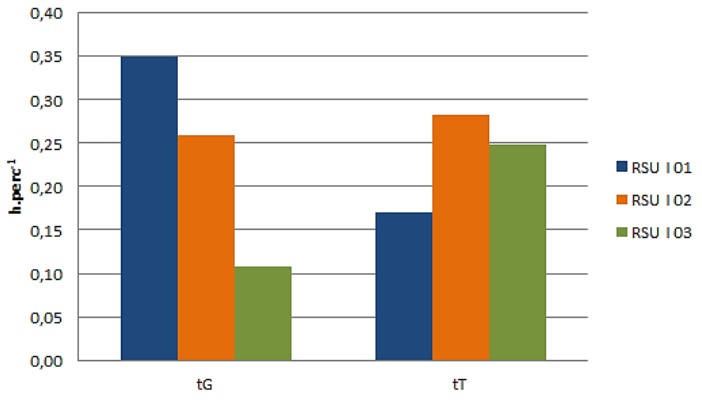


Figura 5.9 - Tempo da garagem ao 1º ponto e tempo de transporte de ida e volta para despejo nos três percursos urbanos do município para o cenário 0

Analisando a Figura 5.9 verifica-se que o percurso RSU I 02 é o que perde mais tempo ao nível de transporte de RU ao local de despejo, ou seja cerca de 17 minutos.

Na Figura 5.10 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os três percursos urbanos.

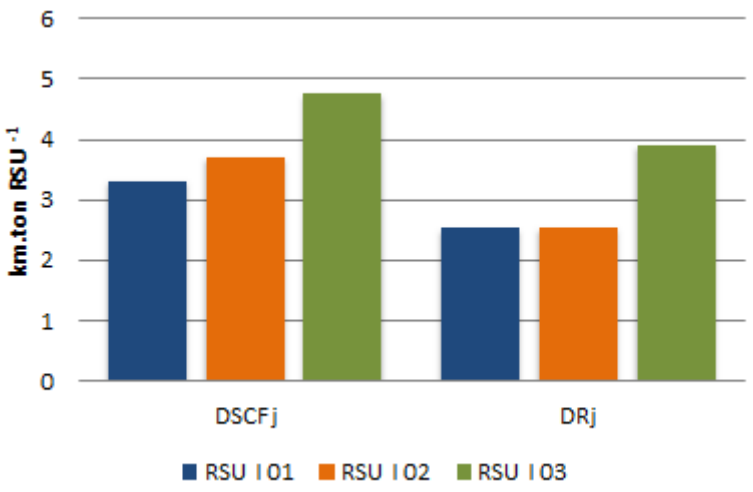


Figura 5.10 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os três percursos urbanos do município para o cenário 0

O percurso mais equilibrado será o percurso RSU I 03 sendo seguido do percurso RSU I 01.

Na Tabela 5.4 vem descritos os indicadores de gestão da recolha de RU para os três percursos urbanos do municipio.

Tabela 5.4 – Indicadores de gestão direcionados para a recolha de RU para os três percursos urbanos do município para o cenário 0

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Recolha de residuos				
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	4,86	5,21	6,24
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	17,33	15,31	16,58
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	104,69	92,34	100,22
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,20	0,27	0,20
Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,92	1,23	0,89
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	5458	4680	5097
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	1,47	1,53	0,94
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}\ sem^{-1}$	10,26	10,72	6,55
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	10,26	10,72	6,55
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,22	0,22	0,22
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^{3\ RU}.dia^{-1}$	78,44	69,29	75,00
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,20	0,26	0,19
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,15	0,13	0,15
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,40	0,39	0,26
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	$ton\ RU.h^{-1}$	1,92	2,05	1,59
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	$ton\ RU.local^{-1}$	0,07	0,10	0,06
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	$h.h^{-1}$	0,92	0,89	0,92
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	$km.km^{-1}$	0,76	0,68	0,82
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	$L.ton\ RU^{-1}$	1,57	1,30	2,43
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	$ton\ RU.oper^{-1}.\ h^{-1}$	0,59	0,61	0,49

Da análise da Tabela 5.4 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso RSU I 01 é o percurso com maior quantidade de RU recolhida a nivel diário, semanal e anual, embora o percurso RSU I 02 seja o que possui maior capitação (cerca de 1,53 $kg.hab^{-1}$-dia^{-1}).

- ✓ Para os três percursos de recolha, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentos, ou frequência de recolha excessiva.

- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 01 e RSU I 03 revela-se o mais rentável (0,92 $h.h^{-1}$).

- ✓ A nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 03 revela-se o mais rentável (0,82 $km.km^{-1}$).

Na Figura 5.11 vêm descritos os custos anuais totais e as receitas anuais totais relativas ao setor doméstico para os três percursos urbarnos do municipio, calculadas de acordo com as equações 4.10, 4.13, 4.14 e 4.15.

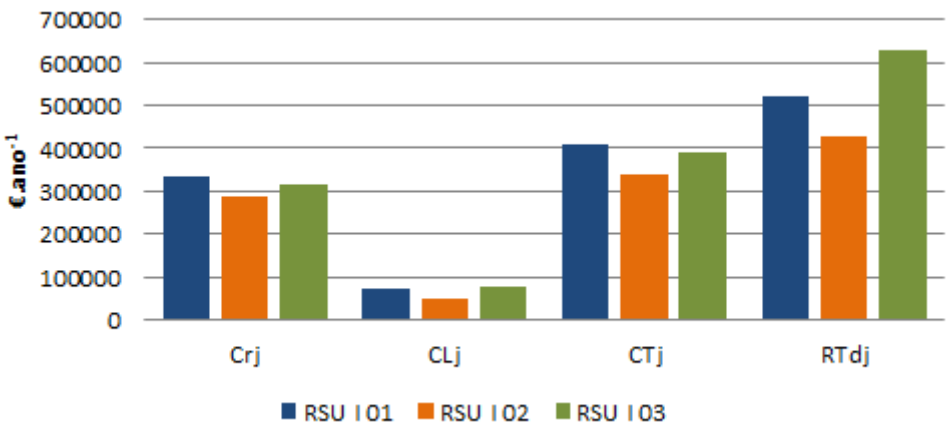


Figura 5.11 – Custos anuais da recolha/tratamento, custos anuais da lavagem de contentores, custos totais anuais e Receitas anuais totais para o setor doméstico para os três percursos urbanos do município para o cenário 0

Relativamente aos percursos urbanos, verifica-se que cerca de 62% dos custos anuais da recolha/tratamento (C_{rj}) dos três percursos (938.442,74 €.ano^{-1}) dizem respeito somente ao custo da recolha de RU dos contentores e varredura dos arruamentos, sendo que 38% dizem respeito ao tratamento sobre a forma de deposição em aterro (357.248,09 €.ano^{-1}).

Como seria de esperar, o percurso RSU I 01 é o que apresenta maiores custos de gestão sendo o que maior receita apresenta ser o percurso RSU I 03.

Na Figura 5.12 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos no municipio.

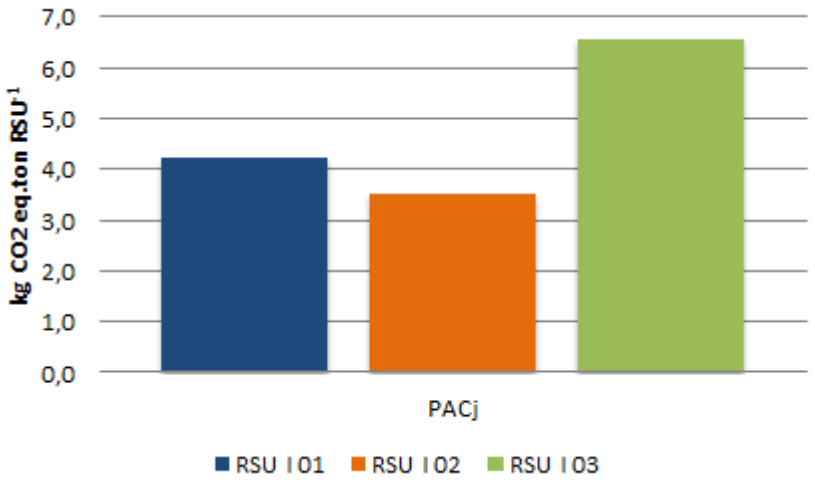


Figura 5.12 – Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos do município para o cenário 0

O percurso RSU I 03 é o que apresenta maior Potencial Alterações Climáticas pelo fato de percorrer mais quilómetros para recolher uma tonelada de RU.

5.1.2. Cenário 1 – Modelo de Gestão PERSU II

O cenário 1 é caracterizado pela retirada do percurso de recolha urbana das entidades a contrato visto estes terem especificações diferentes e devendo a recolha ser realizada de forma independente, tomando a consciência efetiva do que a população produz e necessita de ter disponível para funcionamento da recolha e considerando a gestão do RU através do sistema de TMB, com a devida atualização de tarifa de tratamento prevista pela ERSUC. Os três percursos urbanos existentes no município dizem respeito ao percurso RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03.

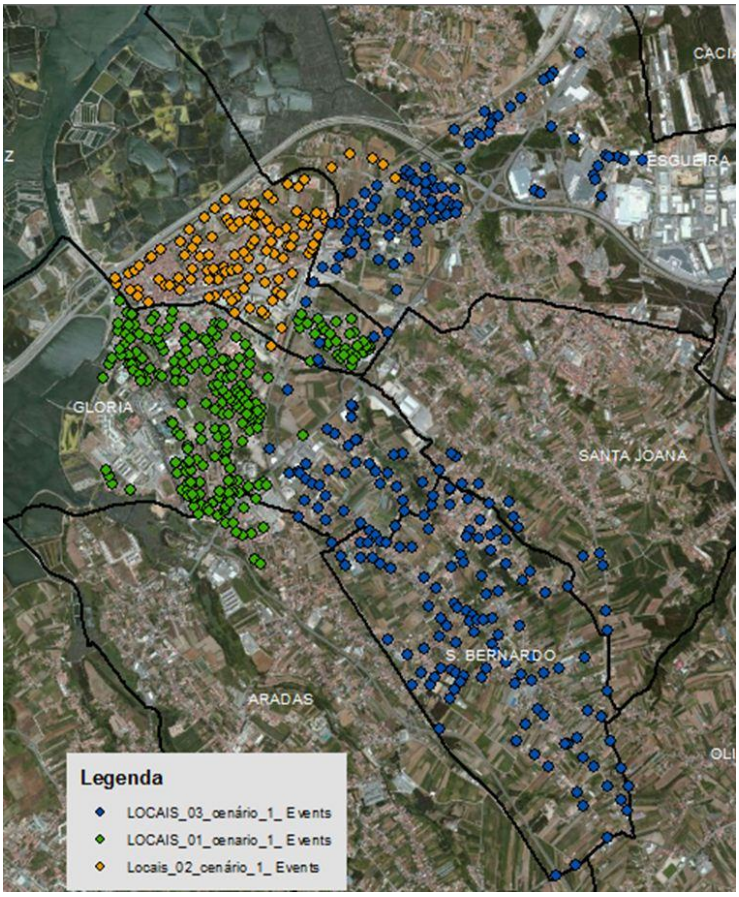


Figura 5.13 - Locais de recolha pertencentes aos percursos urbanos RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03 no cenário 1 para o município

Na Tabela 5.5 vêem descritas as características gerais dos percursos urbanos do municipio para o cenário 1.

Tabela 5.5 – Carateristicas gerais dos percursos urbanos RSU I 01, RSU I 02 e RSU I 03 para o Cenário 1

Percurso	Freguesias abrangidas	Área de abrangência [km^2]	População Residente [hab]	Alojamentos existentes [aloj]	Nº de locais de recolha [local]	Nº de Contentores [cont]
RSU I 01	Aradas	2,591	976	852	229	390
	Vera Cruz		7539	941		
	Glória		1689	5471		
RSU I 02	Esgueira	5,155	245	124	115	234
	Vera Cruz		7839	5389		
	Glória		160	81		
RSU I 03	Esgueira	8,837	6496	3305	262	447
	Vera Cruz		1724	952		
	Glória		1373	702		
	Aradas		29	10		
	São Bernardo		4906	2259		
	Santa Joana		780	362		

A recolha de RU nestes três percursos ocorre seis vezes por semana (vide Tabela 4.4). Nestes percursos, os contentores de RU são maioritariamente de polietileno e a capacidade do contentor mais comum neste sistema é de 800L, sendo a recolha traseira. A acessibilidade física ao serviço é calculada de acordo com a quantificação de alojamentos servidos com recolha indiferenciada. A quantificação obedece aos critérios de o equipamento de recolha indiferenciada instalado estar a distância inferior a 100 m do limite do prédio (incluindo os alojamentos em áreas com serviço porta a porta) e a frequência de recolha salvaguardar a saúde pública, ambiente e qualidade de vida dos cidadãos (ERSAR & LNEC, 2011). Desta forma em ambiente SIG foi criado um buffer em redor de cada ponto de recolha, consoante o tipo de área de abrangência de forma a verificar se o serviço está adequadamente acessível à população.

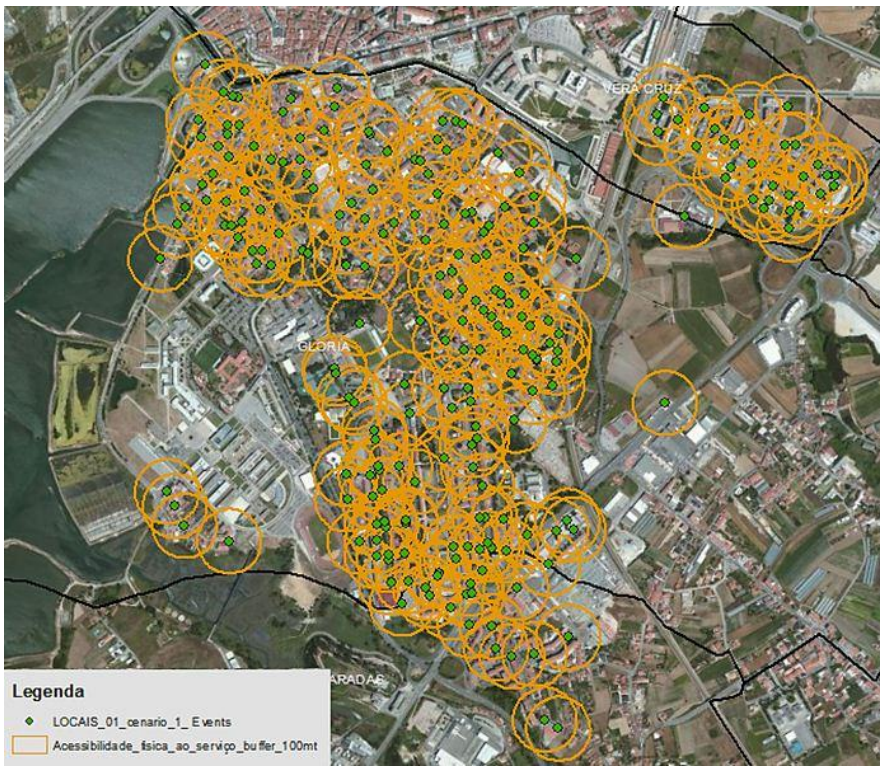


Figura 5.14 – Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 01 – Cenário 1 e 2

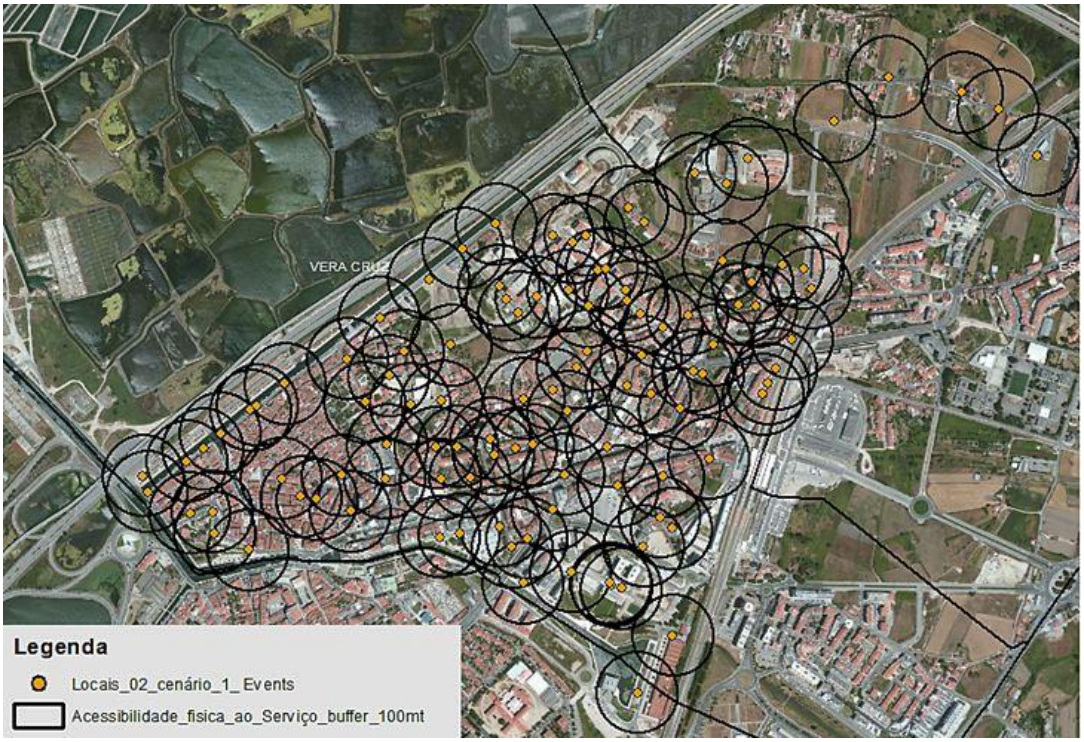


Figura 5.15 – Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 02 – Cenário 1 e 2

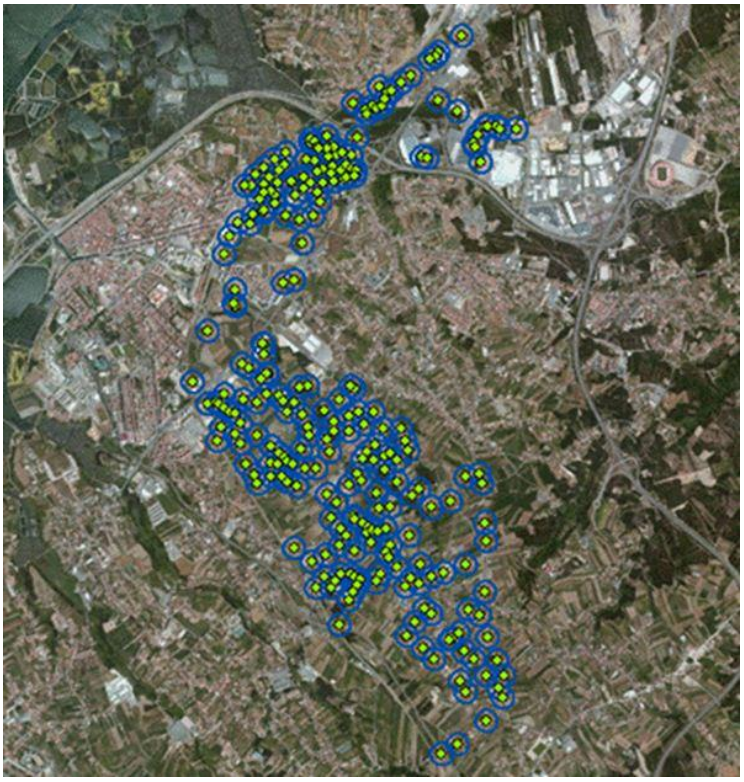


Figura 5.16 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 03 – Cenário 1 e 2

Verifica-se analisando as Figura 5.14, Figura 5.15 e Figura 5.16 que a cobertura do serviço andará em redor dos 100% para todos os percursos de recolha.

Na Tabela 5.6 vêem descritos os indicadores de gestão relativos à deposição de RU para os três percursos urbanos do municipio.

Tabela 5.6 - Indicadores de gestão relativos à deposição de resíduos para os três percursos urbanos no cenário 1

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Carateristicas Gerais				
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	3939	1599	1732
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	10204	8244	15308
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	1,40	1,47	2,02
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,79	0,80	0,80
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	6	6	6
		Deposição dos residuos				
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	309	187	356
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	10	20
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$	10,57	8,90	7,38
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	ton $RU.m^3$ $cont^{-1}$	0,040	0,068	0,041
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$	26,16	35,23	34,25
RUI11	N_{sMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$	231,27	170,31	175,20

Da análise da Tabela 5.6 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população ser o percurso RSU I 03, com cerca de 45,3% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos urbanos embora o percurso que apresente maior densidade populacional seja o percurso RSU I 01 (cerca de 3939 $hab.km^{-2}$).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 02, ou seja cerca de 68kg $RU.m^{-3}$ $cont^{-1}$

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 02, com cerca de 35 habitantes por contentor, sendo seguido por o percurso RSU I 03 (34 $hab.cont^{-1}$).

Na Figura 5.17, Figura 5.18 e Figura 5.19 vêm descritas as distâncias devidamente calculadas em ArcGIS e os tempos de acordo com as equações 4.4, 4.5 e 4.7.

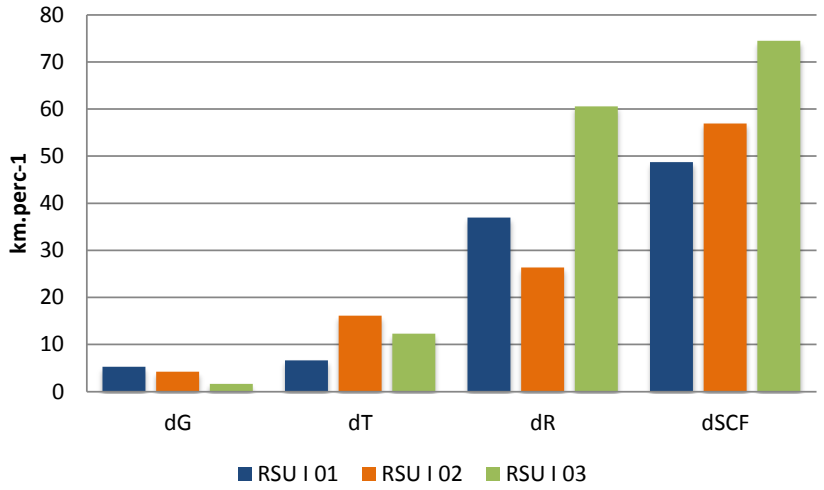


Figura 5.17 - Distâncias percorridas por percurso de recolha de RU nos três percursos urbanos do município para o cenário 1

As distâncias de transporte para os três percursos não chegam a 30% do total da distância total do percurso.

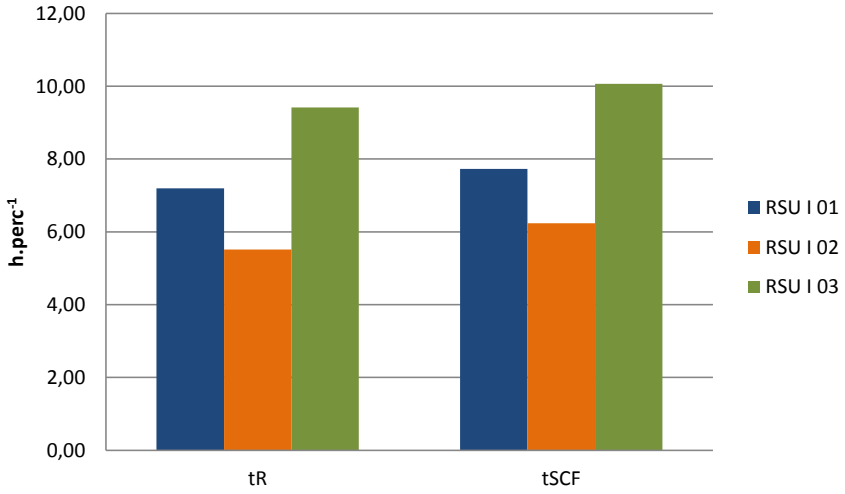


Figura 5.18 - Tempo efetivo e total por percurso de recolha de RU nos três percursos urbanos do município para o cenário 1

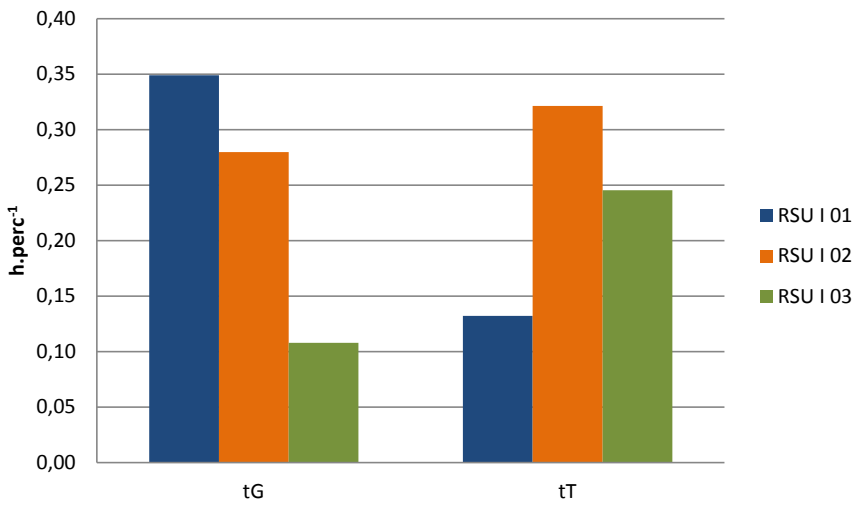


Figura 5.19 - Tempo da garagem ao 1º ponto e tempo de transporte de ida e volta para despejo nos três percursos urbanos do município para o cenário 1

Tal como no cenário 0 verifica-se que excetuando o percurso RSU I 02, nem o RSU I 01 nem o RSU I 03 poderão estar a ser realizados todos os pontos de recolha no mesmo dia, visto o tempo ultrapassar as 6h30 do tempo de serviço.

Na Figura 5.20 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os três percursos urbanos.

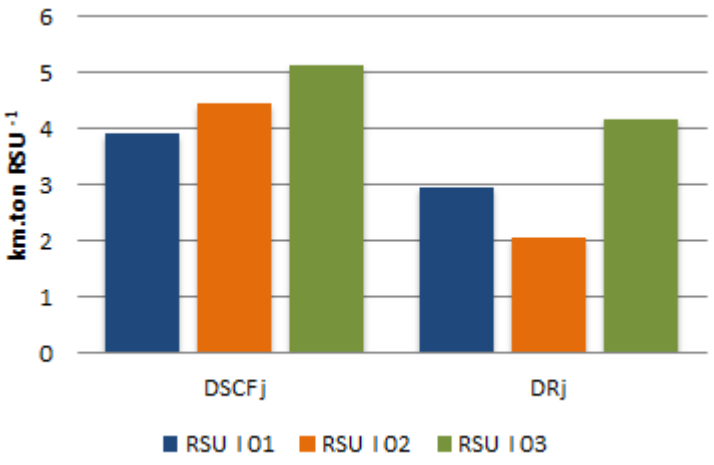


Figura 5.20 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os três percursos urbanos do município para o cenário 1

O percurso RSU I 03 é o percurso que apresenta maior equilíbrio entre a distância efetiva e a distância total do percurso e o mais desequilibrado é o percurso RSU I 02.

Na Tabela 5.7 vêm descritos os indicadores de gestão da recolha de RU para os três percursos urbanos do municipio.

Tabela 5.7 - Indicadores de Gestão direcionados para a recolha de RU para os três percursos urbanos do município para o cenário 1

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Recolha de residuos				
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	5,13	4,77	6,43
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	12,46	12,80	14,48
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	75,42	76,82	86,85
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,19	0,33	0,19
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,87	1,49	0,88
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	3935	3552	4419
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	1,06	1,27	0,81
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}\ sem^{-1}$	7,39	9,32	5,67
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	7,39	9,32	5,67
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,22	0,22	0,22
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^{3\ RU}.dia^{-1}$	56,39	57,93	65,50
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,18	0,31	0,18
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,14	0,25	0,15
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,34	0,49	0,24
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	$ton\ RU.h^{-1}$	1,73	2,32	1,54
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	$ton\ RU.local^{-1}$	0,05	0,11	0,06
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	$h.h^{-1}$	0,93	0,88	0,94
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	$km.km^{-1}$	0,76	0,46	0,81
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	$L.ton\ RU^{-1}$	1,84	1,05	2,59
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	$ton\ RU.oper^{-1}.h^{-1}$	0,54	0,68	0,48

Da análise da Tabela 5.7 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

O percurso RSU I 03 é o percurso com maior valor de massa total de RU recolhida a nivel diário, semanal e anual, embora o percurso RSU I 02 seja o que possui maior capitação (cerca de 1,27 $kg.hab^{-1}$-dia^{-1}).

- ✓ Para os percursos de recolha RSU I 01 e RSU I 03, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentode contentorização, ou frequência de recolha excessiva.
- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 01 revela-se o mais rentável (0,93 $h.h^{-1}$).
- ✓ A nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 03 revela-se o mais rentável (0,81 $km.km^{-1}$).

Na Figura 5.21 vêm descritos os custos anuais totais e as receitas anuais totais relativas ao setor doméstico para os três percursos urbarnos do municipio, calculadas de acordo com as equações 4.10, 4.13, 4.14 e 4.15.

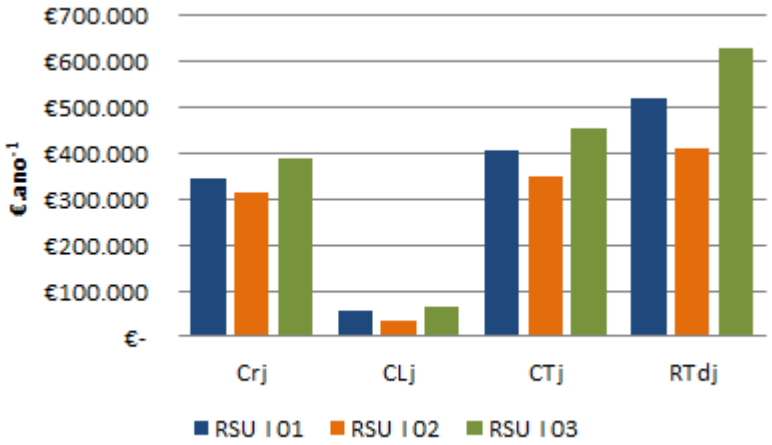


Figura 5.21 - Custos anuais totais e Receitas anuais totais para o setor doméstico para os três percursos urbanos do município para o cenário 1

Relativamente aos percursos urbanos, verifica-se que cerca de 43,2 % dos custos anuais da recolha/tratamento (C_{rj}) dos três percursos (454.216,15 €.$ano^{-1)}$ dizem respeito somente ao custo da recolha de RU dos contentores e varredura dos arruamentos, sendo que 56,7% dizem respeito ao tratamento sobre a forma de deposição em aterro (595.302,95 € ano^{-1})

Como seria de esperar, o percurso RSU I 01 é o que apresenta maiores custos de gestão sendo o que maior receita apresenta ser o percurso RSU I 03.

Na Figura 5.22 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos no municipio.

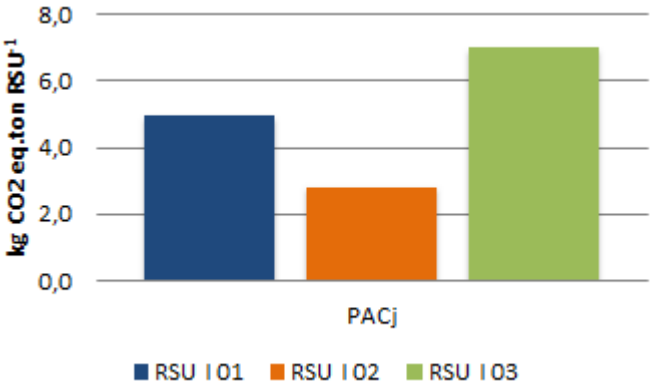


Figura 5.22 - Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos do município para o cenário 1

5.1.3. CENÁRIO 2 – MODELO DE GESTÃO SEM A FRAÇÃO DE BIORESIDUO

O cenário 2 tem um modelo proposto a separação da fracção orgânica na origem, considerada cerca de 40%, diminuindo desta forma a quantidade de resíduos urbanos totais produzidos.

Na Tabela 5.8 vêem descritos os indicadores de gestão relativos à deposição de RU para os três percursos urbanos do municipio.

Tabela 5.8 -- Indicadores de Gestão relativos à deposição de resíduos para os três percursos urbanos no cenário 2

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Carateristicas gerais				
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	3939	1599	1732
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	10204	8244	15308
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	1,40	1,47	2,02
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,79	0,80	0,80
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	3	3	3
		Deposição dos residuos				
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	309	187	356
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	10	20

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$	10,57	8,90	7,38
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	$ton\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,049	0,082	0,049
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$	26,16	35,23	34,25
RUI11	N_{sMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$	114,66	85,34	87,60

Da análise da Tabela 5.8 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população é o percurso RSU I 03, com cerca de 44,8% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos urbanos embora o percurso que apresente maior densidade populacional seja o percurso RSU I 01 (cerca de 3939 $hab.km^{-2}$).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 02, ou seja cerca de 82,4kg $RU.m^{-3}\ cont^{-1}$

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 02, com cerca de 35 habitantes por contentor, sendo seguido por o percurso RSU I 03 (34 $hab.cont^{-1}$)

Na Figura 5.23 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os três percursos urbanos.

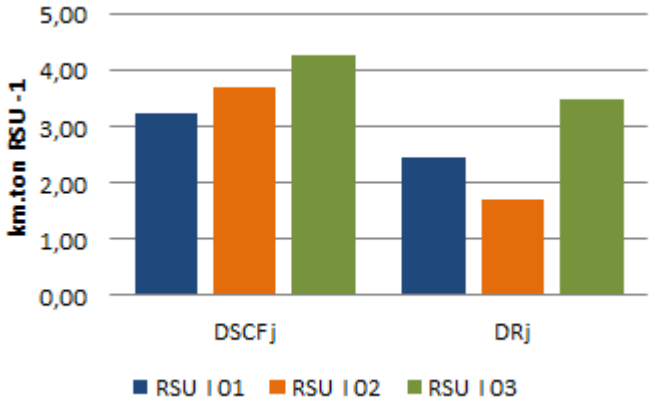


Figura 5.23 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os três percursos urbanos do município para o cenário 2

O percurso RSU I 03 é o percurso que apresenta maior equilíbrio entre a distância efetiva e a distância total do percurso e o mais desequilibrado é o percurso RSU I 02.

Na Tabela 5.9 vêem descritos os indicadores direcionados para a recolha de RSU (secos) para os três percursos urbanos do município.

Tabela 5.9 - Indicadores de Gestão direcionados para a recolha de RU ("seco") para os três percursos urbanos do município para o cenário 2

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Recolha de residuos				
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	5,13	4,77	6,43
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	15,08	15,33	17,37
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	45,25	46,09	52,11
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,12	0,20	0,12
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,78	1,32	0,78
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	2361	2131	2652
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	0,63	0,76	0,49
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}\ sem^{-1}$	4,43	5,59	3,40
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	4,43	5,59	3,40
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,15	0,15	0,15
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^3\ RU.dia^{-1}$	101,23	102,89	116,58
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,33	0,55	0,33
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,26	0,26	0,26
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,41	0,58	0,29
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	$ton\ RU.h^{-1}$	2,10	2,78	1,84
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	$ton\ RU.local^{-1}$	0,07	0,13	0,07
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	$h.h^{-1}$	0,93	0,88	0,94
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	$km.km^{-1}$	0,76	0,46	0,81
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	$L.ton\ RU^{-1}$	1,52	0,87	2,16
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	$ton\ RU.oper^{-1}.h^{-1}$	0,65	0,82	0,58

Da análise da Tabela 5.9 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso RSU I 03 é o percurso com maior valor de massa total de RU recolhida a nivel diário, semanal e anual, embora o percurso RSU I 02 seja o que possui maior capitação (cerca de 0,76 $kg.hab^{-1}$-dia^{-1}).
- ✓ Para os três percursos de recolha, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentos, ou frequência de recolha excessiva.
- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 01 revela-se o mais rentável (0,93 $h.h^{-1}$).
- ✓ A nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 03 revela-se o mais rentável (0,82 $km.km^{-1}$).

Na Tabela 5.10 vêem descritos os indicadores direcionados para a recolha de RUB (molhados) para os três percursos urbanos do município.

Tabela 5.10 - Indicadores de gestão direcionados para a recolha de RUB ("molhados") para os três percursos urbanos do município para o cenário 2

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03
		Recolha de residuos				
RUI51	M_{doj}	Massa média diária de RUB recolhida no jésimo percurso	ton $RUB.dia^{-1}$	10,06	10,24	11,58
RUI52	M_{soj}	Massa média semanal de RUB recolhida no jésimo percurso	ton $RUB.sem^{-1}$	30,17	30,73	34,74
RUI53	M_{aoj}	Massa anual de RUB recolhido no jésimo percurso	ton $RUB.ano^{-1}$	1574	1421	1768
RUI54	P_{doj}	Capitação diária de produção de RUB por habitante no percurso j	kg $RUB.hab^{-1}.dia^{-1}$	0,42	0,53	0,32
RUI55	P_{soj}	Capitação semanal de produção de RUB por habitante no percurso j	kg $RUB.hab^{-1}sem^{-1}$	2,96	3,73	2,27
RUI56	P_{sMoj}	Capitação semanal de produção de RUB por 1000 habitantes no percurso j	ton $RUB.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	2,96	3,73	2,27
RUI57	ρ_{RUB}	Massa específica de RUB alocados no contentor	kg $RUB.m^{-3}$	0,48	0,48	0,48
RUI58	V_{jo}	Volume médio diário de RUB recolhida no jésimo percurso	m^3 $RUB.dia^{-1}$	20,91	21,29	24,08

O percurso RSU I 03 é o que apresenta maior massa de RUB recolhida a nivel diário,semanal e anual,embora a capitação seja superior no percurso RSU I 02 (0,53 $kg.hab^{-1}.dia^{-1}$)

Na Figura 5.24 vem representados os custos associados à gestão de RU (secos) e de RUB (molhados), de acordo com a equação 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13.

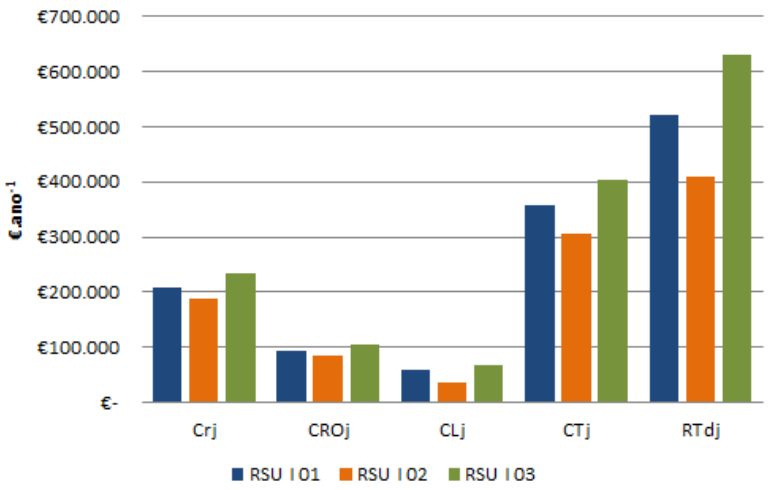


Figura 5.24 - Custos anuais totais relativos à recolha de "Secos" e "molhados" e Receitas anuais totais para o setor doméstico para os três percursos urbanos do município para o cenário 2

Relativamente aos percursos urbanos, verifica-se as receitas totais provenientes do percurso RSU I 03 rondam os 630 029 €.ano^{-1}, cobrindo cerca de 63% dos custos totais de gestão de residuos molhados e secos para os três percursos urbanos (1.069.630,78 €.ano^{-1}).

Relativamente à relação entre os custos da gestão de resíduos molhados e de resíduos secos, verifica-se que a gestão de molhados apresenta cerca de 25% do total de custos de gestão, no caso do percurso RSU I 01 (924170 €.ano^{-1}) e RSU I 03 (103852 €.ano^{-1}) e 27% no caso do percurso RSU I 02 (83471 €.ano^{-1}).

Na Figura 5.25 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos no municipio.

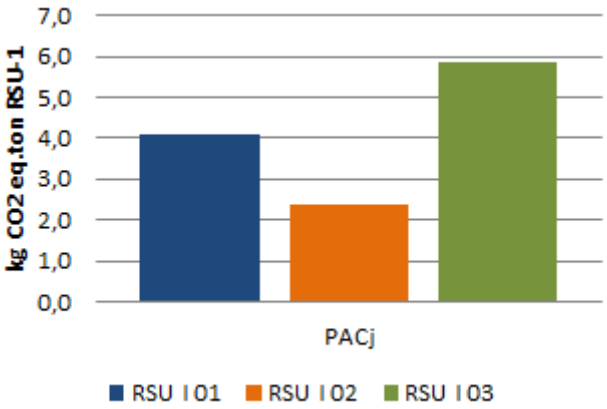


Figura 5.25 - Potencial de Alterações Climáticas para os três percursos urbanos do município para o cenário 2

5.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS INDICADORES DOS PERCURSOS RURAIS

5.2.1. CENÁRIO 0 – MODELO DE GESTÃO ATUAL

O cenário 0 é caracterizado pela deposição dos resíduos em contentores colocados na via pública de forma a servirem a população, não contemplando qualquer separação na origem no que diz respeito a fracção orgânica dos resíduos.

Os cinco percursos rurais existentes no município dizem respeito ao percurso RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09.

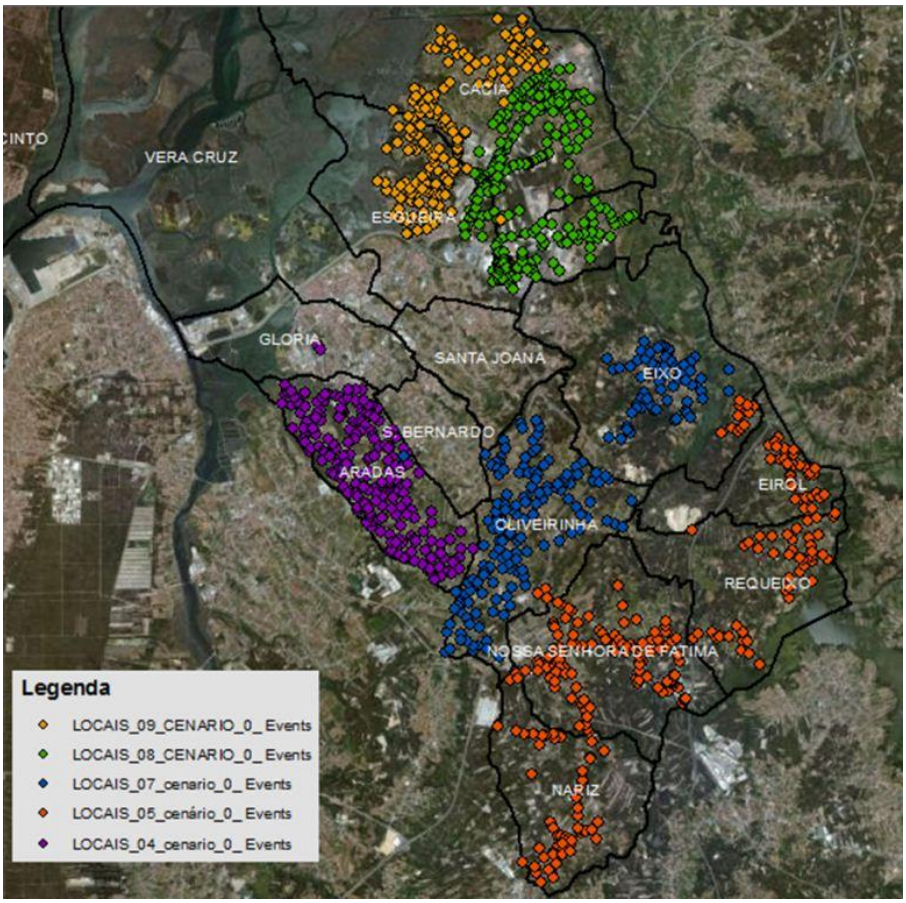


Figura 5.26 - Locais de recolha pertencentes aos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 no cenário 0 para o município

Na Tabela 5.11 vêem descritas as características gerais dos percursos rurais do municipio para o cenário 0.

Tabela 5.11 – Carateristicas gerais dos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 para o Cenário 0

Percurso	Freguesias abrangidas	Área de abrangência [km^2]	População Residente [hab]	Alojamentos existentes [aloj]	Nº de locais de recolha [local]	Nº de Contentores [cont]	% Contentores de Entidades a contrato
RSU I 04	Aradas	8,686	8132	4030	211	353	13,8%
RSU I 05	Eirol	39,378	753	342	272	358	18,4%
	Eixo		333	109			
	Nossa Senhora de Fátima		1924	836			
	Requeixo		1167	526			
	Oliveirinha		162	90			
	Nariz		1338	644			
RSU I 07	Aradas	23,055	2439	1035	220	368	14,7%
	Oliveirinha		4655	2131			
	Requeixo		55	14			
	Santa Joana		26	21			
	São Bernardo		54	13			
RSU I 08	Esgueira	11,378	1706	736	269	431	48,9%
	Cacia		3773	1662			
RSU I 09	Esgueira	17,773	2967	1287	170	299	13,4%
	Cacia		3772	1605			

A recolha de RU nestes cinco percursos ocorre com diferente frequência, variando entre três a quatro vezes por semana (vide Tabela 4.4). Nestes percursos, os contentores de RU são maioritariamente de polietileno e a capacidade do contentor mais comum neste sistema é de 800L, sendo a recolha traseira pelo veículo.

A acessibilidade física ao serviço é calculada de acordo com a quantificação de alojamentos servidos com recolha indiferenciada. A quantificação obedece aos critérios do equipamento de recolha indiferenciada instalado estar a distância inferior a 200 m do limite do prédio (incluindo os alojamentos em áreas com serviço porta a porta) e a frequência de recolha salvaguardar a saúde pública, ambiente e qualidade de vida dos cidadãos. (ERSAR & LNEC, 2011). Desta forma em ambiente SIG foi criado um buffer em redor de cada ponto de recolha, consoante o tipo de área de abrangência de forma a verificar se o serviço está adequadamente distribuído à população.

Nas Figura 5.27, Figura 5.28, Figura 5.29, Figura 5.30 e Figura 5.31 estão representados os locais de recolha relativos ao cenário 0, para os percursos RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09, respetivamente, com a respetiva análise de cobertura do serviço de recolha de RU.

Figura 5.27 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 04 – Cenário 0

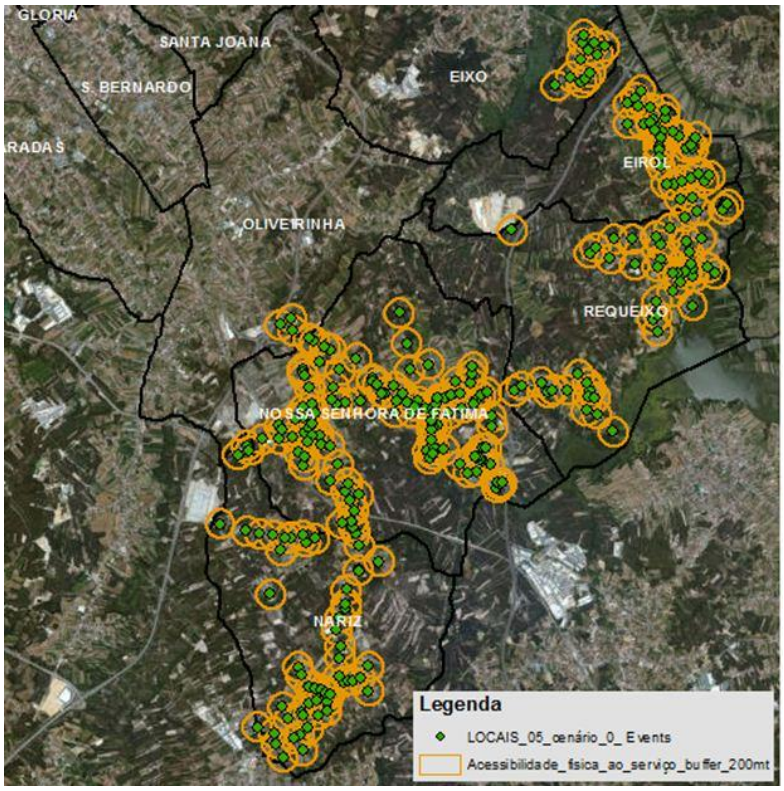


Figura 5.28 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 05 – Cenário 0

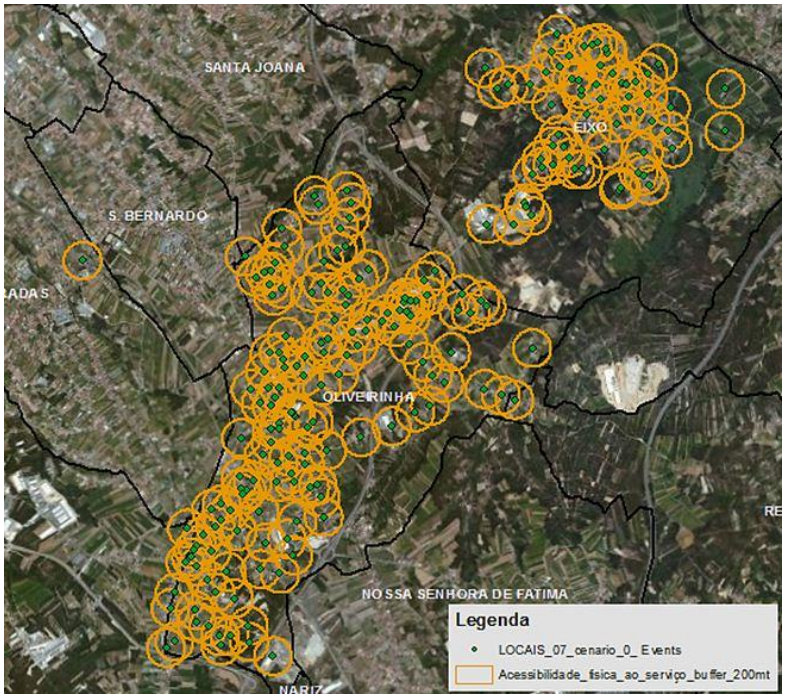


Figura 5.29 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 07 – Cenário 0

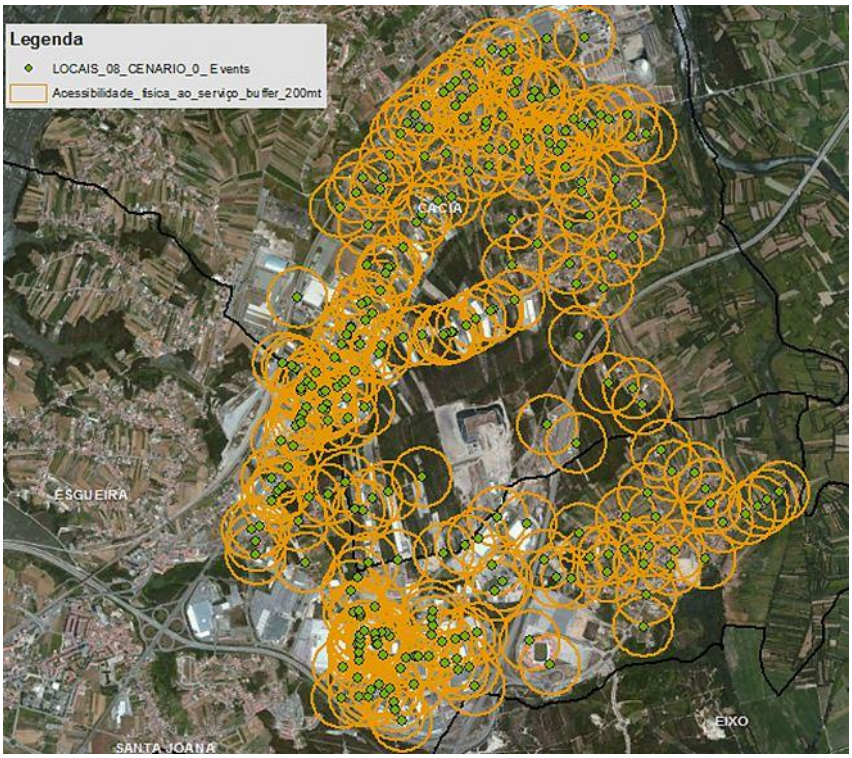


Figura 5.30 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 08 – Cenário 0

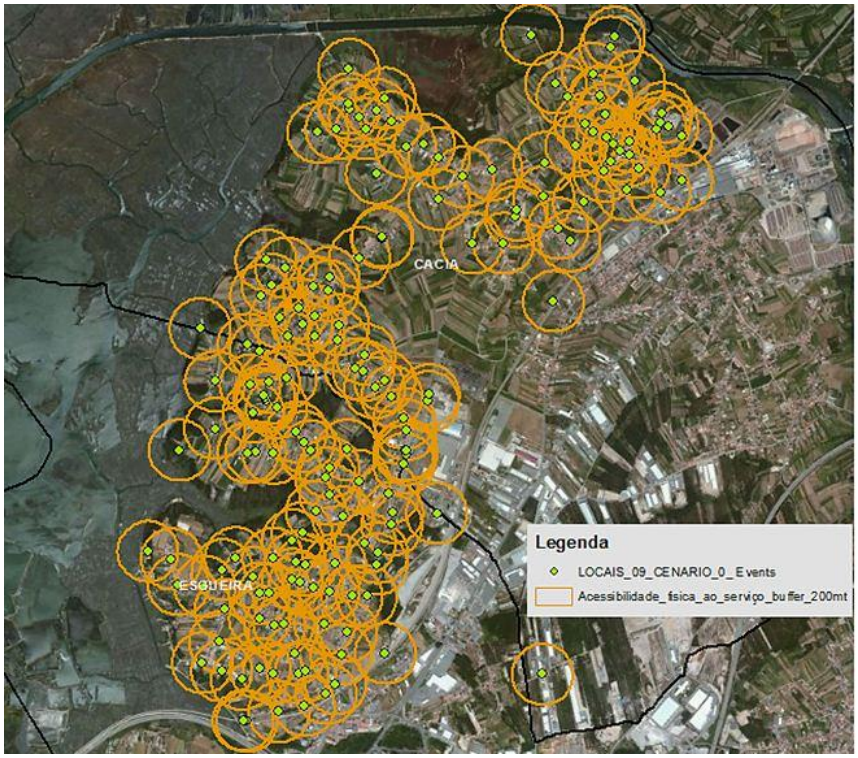


Figura 5.31 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 09 – Cenário 0

Verifica-se analisando a Figura 5.27, Figura 5.28, Figura 5.29, Figura 5.30 e Figura 5.31 que a cobertura do serviço andará em redor dos 100% para todos os percursos de recolha.

Analisando a contribuição das entidades privadas por percurso, para os quantitativos totais recolhidos estima-se que no caso do percurso RSU I 04 o valor médio semanal resultante dos contentores associados a Entidades privadas, era de 9,14 ton RU.sem^{-1}, ou seja cerca de 13,8% da massa total de RU recolhida por semana nesse percurso.

Relativamente ao percurso RSU I 05 o valor médio semanal estimado das entidades é de cerca de 7,04 ton RU.sem^{-1} ou seja 18,4% da massa total de RU recolhida por semana.

No caso do percurso RSU I 07, o valor médio semanal estimado das entidades é de cerca de 7,95 ton RU.sem^{-1} ou seja 14,7 % da massa total de RU recolhida por semana.

No caso do percurso RSU I 08, o valor médio semanal resultante das entidades é de cerca de 26 ton RU.sem^{-1} ou seja 48,9 % da massa total de RU recolhida por semana

No caso do percurso RSU I 09, o valor médio semanal resultante das entidades é de cerca de 7,63 ton RU.sem^{-1} ou seja 13,4 % da massa total de RU recolhida por semana

Na Tabela 5.12 vêem descritos os indicadores de gestão relativos à deposição de RU para os cinco percursos rurais do municipio.

Tabela 5.12 - Indicadores de gestão relativos à deposição de resíduos para os cinco percursos rurais no cenário 0

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
		Carateristicas gerais						
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	936	146	208	482	373
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	8132	5757	4790	5479	6629
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	2,02	2,22	1,49	2,28	2,29
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,79	0,7787	0,7888	0,7971	0,7695
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	4	3	3	3	3
		Deposição dos residuos						
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	278	279	292	343	230
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	20	20	16	16
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$	4,37	4,37	4,67	6,51	6,47
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	ton $RU.m^3 cont^{-1}$	0,057	0,047	0,061	0,051	0,083
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$	23,04	16,08	13,02	12,71	22,17
RUI11	N_{sMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$	179,42	182,39	137,51	236,62	135,10

Da análise da Tabela 5.12 poderia se destacar-se os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população é o percurso RSU I 04, com cerca de 26,4% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos rurais sendo também o percurso que apresente maior densidade populacional (cerca de 936 $hab.km^{-2}$).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 09, ou seja cerca de 83 kg $RU.m^{-3} cont^{-1}$

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 04, com cerca de 23 habitantes por contentor, sendo seguido por o percurso RSU I 09 (22 $hab.cont^{-1}$).

Na Figura 5.32, Figura 5.33 e Figura 5.34 vêm descritas as distâncias devidamente calculadas em ArcGIS e os tempos de acordo com as equações 4.4, 4.5 e 4.7.

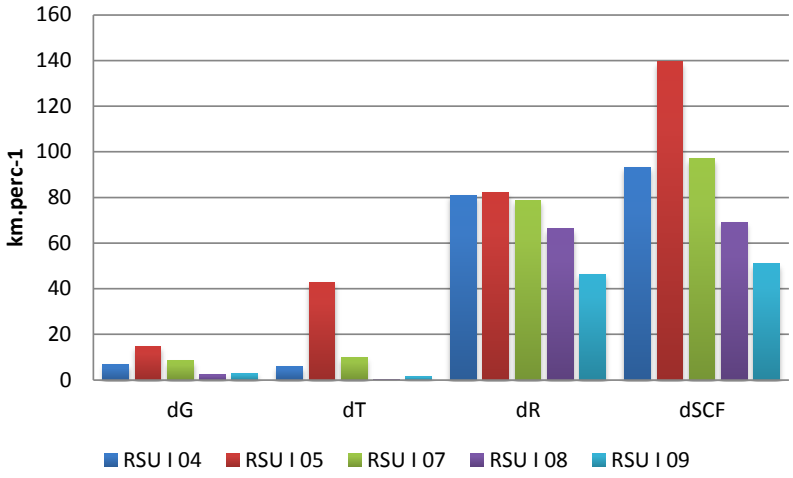


Figura 5.32 Distâncias percorridas por percurso de recolha de RU nos cinco percursos rurais do município para o cenário 0

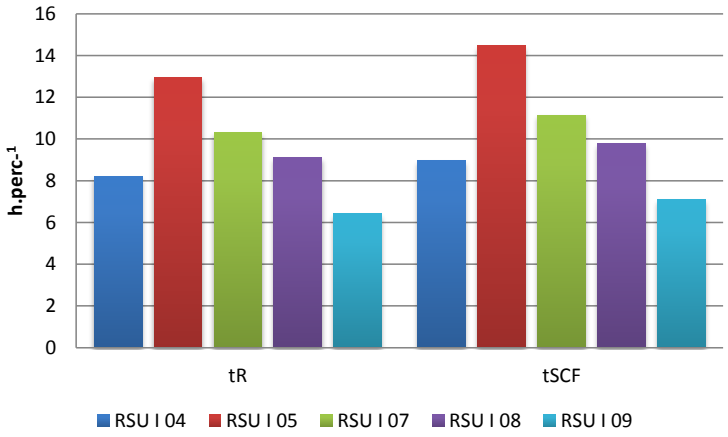


Figura 5.33 Tempo efetivo e total por percurso de recolha de RU nos cinco percursos rurais do município para o cenário 0

Analisando a Figura 5.33 verifica-se que nenhum dos percursos poderá ser realizado na totalidade no mesmo dia visto que ultrapassa as 6h30 de trabalho dos operadores destinados a cada um dos percursos diurnos. Esta análise revela que dentro de cada um destes percursos os operários deverão dividi-los em sub-percursos (ou voltas ou circuitos).

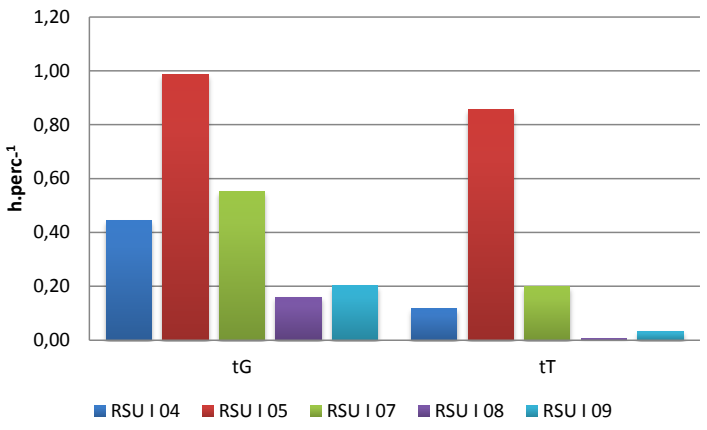


Figura 5.34 - Tempo da garagem ao 1º ponto e tempo de transporte de ida e volta para despejo nos cinco percursos rurais do município para o cenário 0

Analisando a Figura 5.34 verifica-se que o percurso RSU I 05 é o que dispende mais tempo ao nível de transporte de RU ao local de despejo, ou seja cerca de 0,86 horas do total do percurso.

Na Figura 5.35 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os cinco percursos rurais.

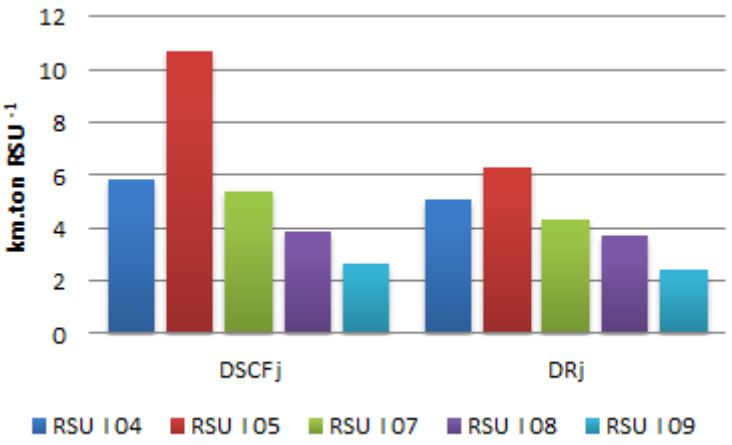


Figura 5.35 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 0

O percurso com mais equilíbrio entre a distância efetiva e a distância total é o RSU I 09 sendo o mais desequilibrado o de RSU I 05.

Na Tabela 5.13 vêm descritos os indicadores de gestão da recolha de RU para os cinco percursos rurais do municipio

Tabela 5.13 – Indicadores de gestão direcionados para a recolha de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 0

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
			Recolha de residuos					
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	9,85	6,33	7,65	7,25	7,20
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	15,88	13,01	17,93	17,61	19,04
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	65,83	38,17	54,19	53,10	57,04
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,19	0,11	0,15	0,12	0,19
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,84	0,48	0,67	0,56	0,86
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	3417	1996,28	2940,24	2711,14	2882,94
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	1,16	0,95	1,62	1,38	1,23
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}\ sem^{-1}$	8,09	6,63	6,66	9,69	8,60
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	8,09	6,63	6,66	9,69	8,60
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^3\ RU.dia^{-1}$	71,86	58,89	81,13	79,69	86,17
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,26	0,21	0,28	0,23	0,37
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,20	0,16	0,22	0,22	0,29
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,20	0,16	0,23	0,27	0,41
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	$ton\ RU.h^{-1}$	1,94	1,00	1,74	1,93	2,97
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	$ton\ RU.local^{-1}$	0,08	0,05	0,08	0,07	0,11
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	$h.h^{-1}$	0,91	0,90	0,92	0,93	0,90
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	$km.km^{-1}$	0,87	0,59	0,81	0,96	0,91
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	$L.ton\ RU^{-1}$	3,15	3,91	2,72	1,92	1,24
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	$ton\ RU.oper^{-1}.h^{-1}$	0,59	0,30	0,54	0,60	0,89

Da análise da Tabela 5.13 pode-se destacar os seguintes factos:

- ✓ O percurso RSU I 04 é o percurso com maior valor de massa total de RU recolhida a nivel semanal e anual, embora o percurso RSU I 07 seja o que possui maior capitação (cerca de 1,62 $kg.hab^{-1}$-dia^{-1}).

- ✓ Para os cinco percursos de recolha, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentos, à excepção do percurso RSU I 09.

- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 08 revela-se o mais rentável (0,93 $h.h^{-1}$).

- ✓ A nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 08 revela-se o mais rentável (0,96 $km.km^{-1}$).

Na Figura 5.36 vêm descritos os custos anuais totais e as receitas anuais totais relativas ao setor doméstico para os cinco percursos rurais do municipio, calculadas de acordo com as equações 4.10, 4.13, 4.14 e 4.15.

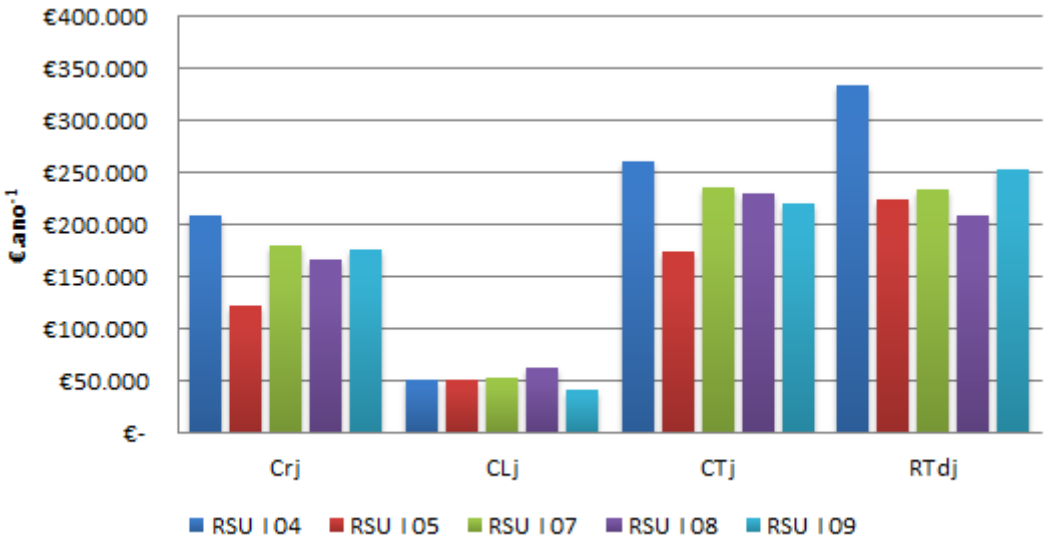


Figura 5.36 – Custos anuais totais e receitas anuais totais para o setor doméstico para os cinco percursos rurais do município para o cenário 0

Relativamente aos percursos rurais, verifica-se que cerca de 62% dos custos anuais da recolha/tratamento (C_{rj}) dos cinco percursos (532.091,78 €.ano^{-1}) dizem respeito somente ao custo da recolha de RU dos contentores e varredura dos arruamentos, sendo que 38% dizem respeito ao tratamento sobre a forma de deposição em aterro (327.065,59 €.ano^{-1}).

Como seria de esperar, o percurso RSU I 04 é o que apresenta maiores custos de gestão sendo o que também apresenta maior receita.

Na Figura 5.37 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais no municipio.

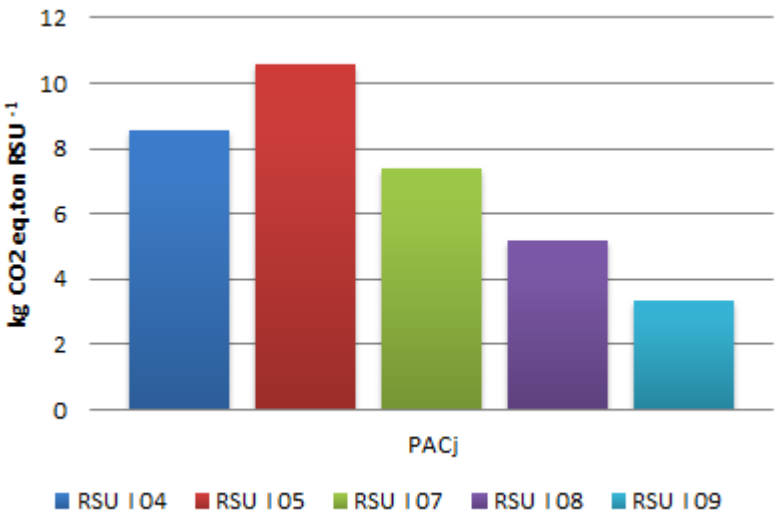


Figura 5.37 – Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais do município para o cenário 0

O percurso RSU I 05 é o que apresenta maior Potencial Alterações Climáticas pelo fato de percorrer mais quilómetros para recolher uma tonelada de RU e a sua distância de transporte ser superior à dos outros percursos.

5.2.2. Cenário 1 – Modelo de Gestão PERSU II

O cenário 1 é caracterizado pela retirada do percurso de recolha urbana das entidades a contrato visto estes terem especificações diferentes e devendo a recolha ser realizada de forma independente, tomando a consciência efetiva do que a população produz e necessita de ter disponível para funcionamento da recolha, com a atualização de tarifário de tratamento de RU de cerca de 50€/ton RU com o TMB.

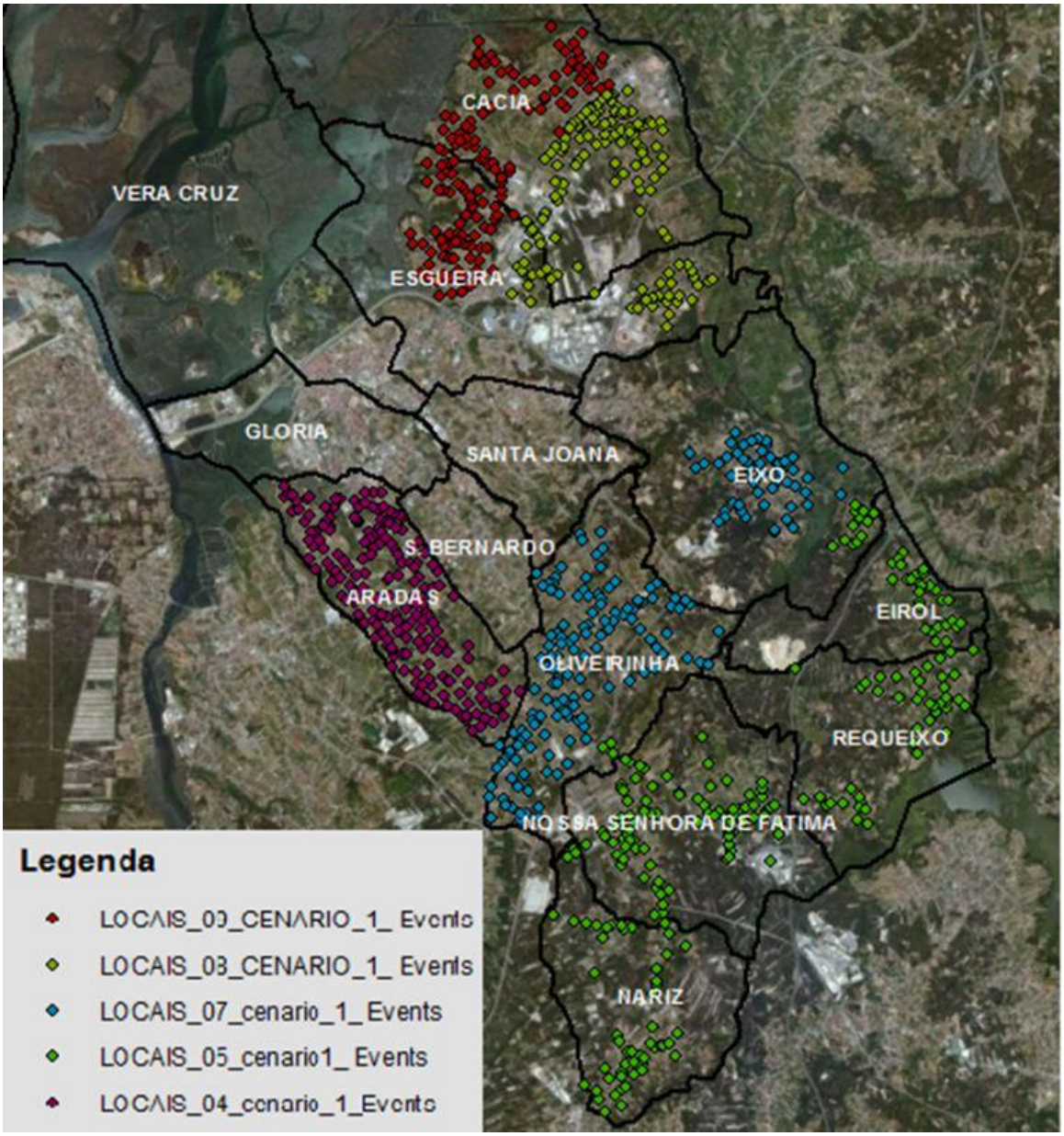


Figura 5.38 - Locais de recolha pertencentes aos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 no cenário 1 para o município

Na Tabela 5.14 vêem descritas as características gerais dos percursos rurais do municipio para o cenário 1 e 2.

Tabela 5.14 – Carateristicas gerais dos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 para o Cenário 1 e 2

Percurso	Freguesias abrangidas	Área de abrangência [km^2]	População Residente [hab]	Alojamentos existentes [aloj]	Nº de locais de recolha [local]	Nº de Contentores [cont]
RSU I 04	Aradas	8,686	8132	4030	190	302
RSU I 05	Eirol	39,378	753	342	231	287
	Eixo		333	109		
	Nossa Senhora de Fátima		1924	836		
	Requeixo		1167	526		
	Oliveirinha		162	90		
	Nariz		1338	644		
RSU I 07	Aradas	23,055	2439	1035	191	315
	Oliveirinha		4655	2131		
	Requeixo		55	14		
	Santa Joana		26	21		
	São Bernardo		54	13		
RSU I 08	Esgueira	11,378	1706	736	132	212
	Cacia		3773	1662		
RSU I 09	Esgueira	17,773	2967	1287	145	248
	Cacia		3772	1605		

A recolha de RU nestes cinco percursos ocorre com diferente frequência, variando entre duas a três a vezes por semana (vide Tabela 4.4). Nestes percursos, os contentores de RU são maioritariamente de polietileno e a capacidade do contentor mais comum neste sistema é de 800L, sendo a recolha traseira.

A acessibilidade física ao serviço é calculada de acordo com a quantificação de alojamentos servidos com recolha indiferenciada. A quantificação obedece aos critérios de o equipamento de recolha indiferenciada instalado estar a distância inferior a 200 m do limite do prédio (incluindo os alojamentos em áreas com serviço porta a porta) e a frequência de recolha salvaguardar a saúde pública, ambiente e qualidade de vida dos cidadãos. (ERSAR & LNEC, 2011). Desta forma em ambiente SIG foi criado um buffer em redor de cada ponto de recolha, consoante o tipo de área de abrangência de forma a verificar se o serviço está adequadamente distribuído à população.

Nas Figura 5.39, Figura 5.40, Figura 5.41, Figura 5.42 e Figura 5.43 estão representados os locais de recolha relativos ao cenário 1, para os percursos RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09, respetivamente, com a respetiva análise de cobertura do serviço de recolha de RU.

Figura 5.39 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 04 – Cenário 1

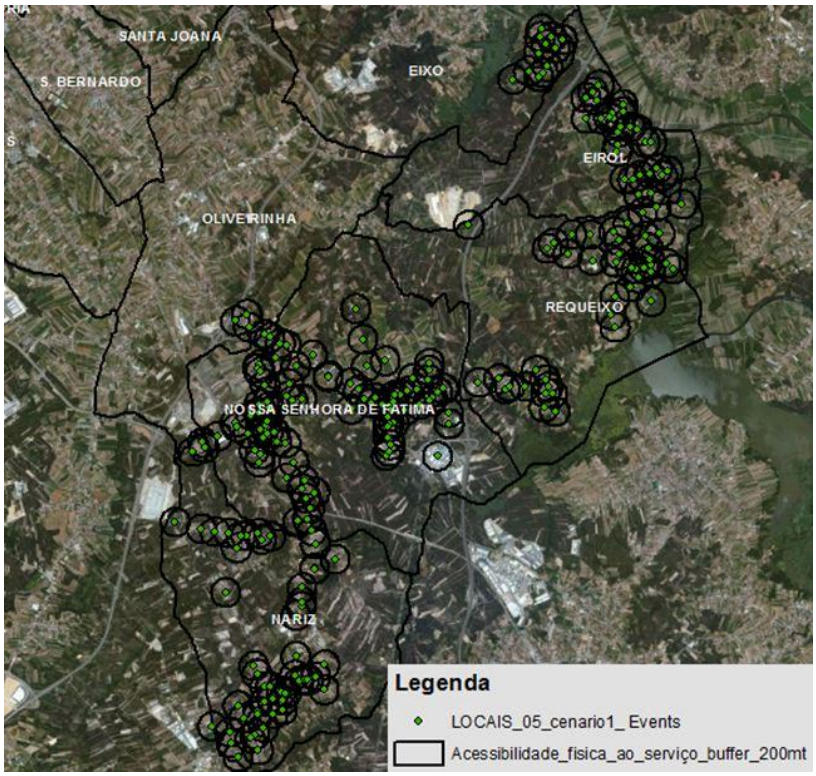


Figura 5.40 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 05 – Cenário 1

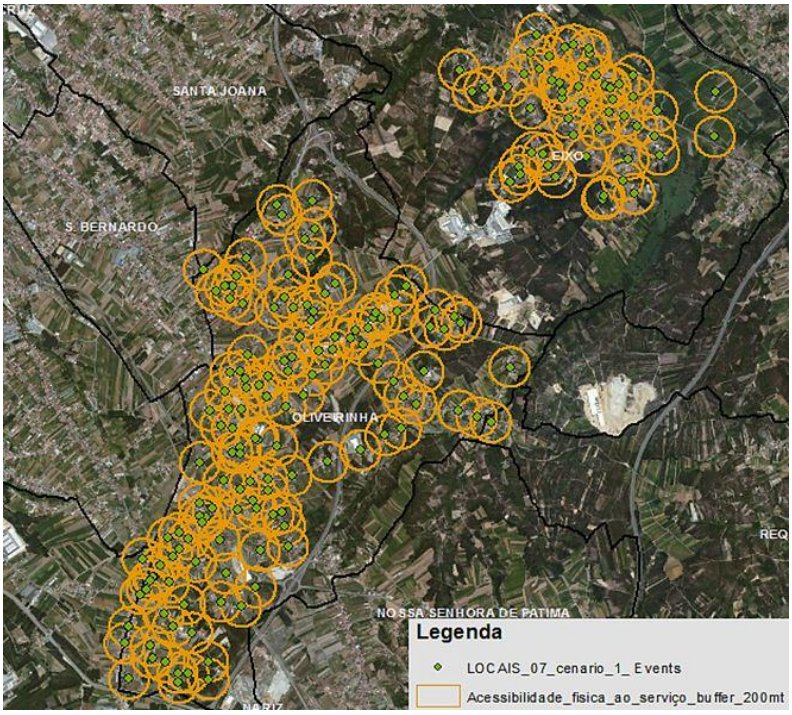


Figura 5.41 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 07 – Cenário 1

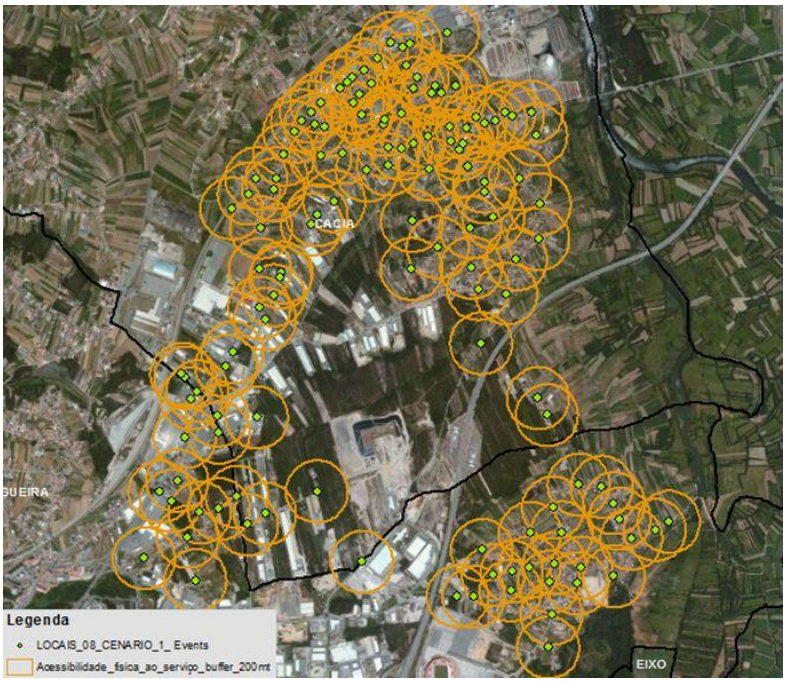


Figura 5.42 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 08 – Cenário 1

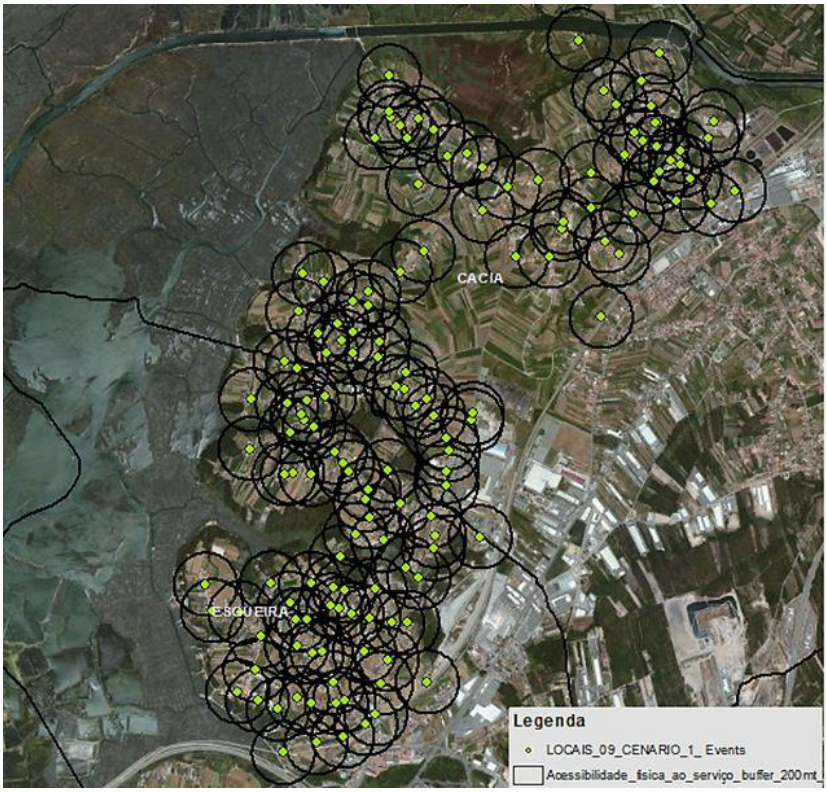


Figura 5.43 - Representação geográfica dos diferentes locais do percurso RSU I 09 – Cenário 1

Na Tabela 5.15 vêem descritos os indicadores de gestão relativos à deposição de RU para os cinco percursos rurais do municipio.

Tabela 5.15 - Carateristicas gerais dos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 para o Cenário 1

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
		Carateristicas Gerais						
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	953	146	208	482	373
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	8129	5757	4790	5479	6629
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	2,02	2,22	1,49	2,28	2,29
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,80	0,8000	0,8000	0,8000	0,8000
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	4	3	3	3	3
		Deposição dos residuos						
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	242	230	252	170	198
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	20	20	16	16

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
RUI8	Ncj	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	cont.km-1	5,69	3,83	5,47	3,50	6,41
RUI9	Mcj	Massa média de RU recolhida por m3 de contentor instalado no jésimo percurso	ton RU.m3 cont-1	0,065	0,045	0,061	0,053	0,083
RUI10	Hcj	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	hab.cont-1	26,92	20,06	15,21	25,84	26,73
RUI11	NsMj	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	cont.1000hab-1sem-1	148,60	149,56	116,25	116,08	112,23

Da análise da Tabela 5.15 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população é o percurso RSU I 04, com cerca de 44,8% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos rurais sendo o percurso que apresente maior densidade populacional (cerca de 953 hab.km^{-2}).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 09, ou seja cerca de 83 kg RU.m^{-3} cont^{-1}

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 04 e RSU I 09 com cerca de 27 habitantes por contentor.

Na Figura 5.44, Figura 5.45 e Figura 5.46 vêm descritas as distâncias devidamente calculadas em ArcGIS e os tempos de acordo com as equações 4.4, 4.5 e 4.7.

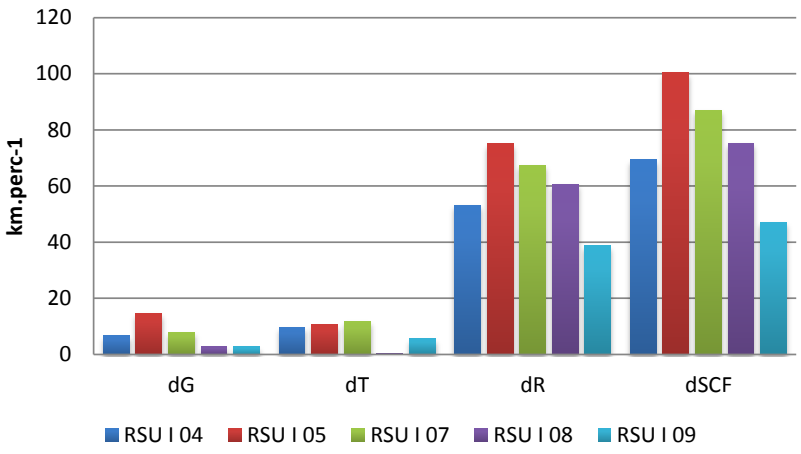


Figura 5.44 - Distâncias percorridas por percurso de recolha de RU nos cinco percursos rurais do município para o cenário 1

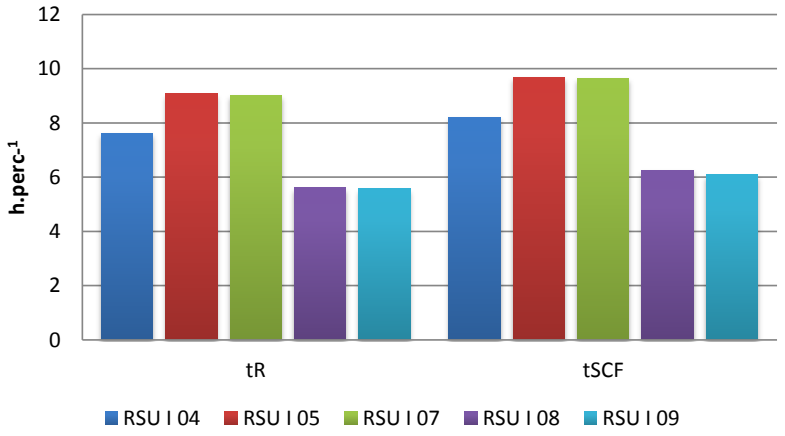


Figura 5.45 - Tempo efetivo e total por percurso de recolha de RU nos cinco percursos rurais do município para o cenário 1

Verifica-se que nenhum deles é cumprido totalmente, à exceção do percurso RSU I 09, com, um total de 6h de tempo total do percurso.

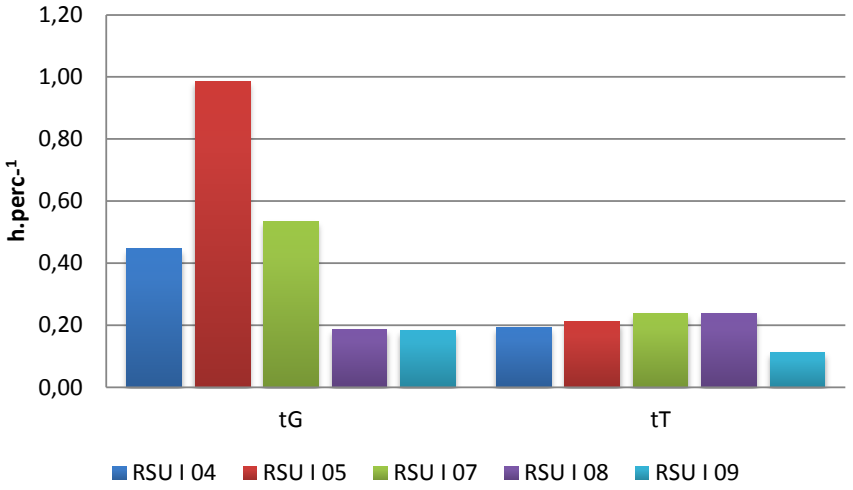


Figura 5.46 - Tempo da garagem ao 1º ponto e tempo de transporte de ida e volta para despejo nos cinco percursos rurais do município para o cenário 1

Na Figura 5.35 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os cinco percursos rurais

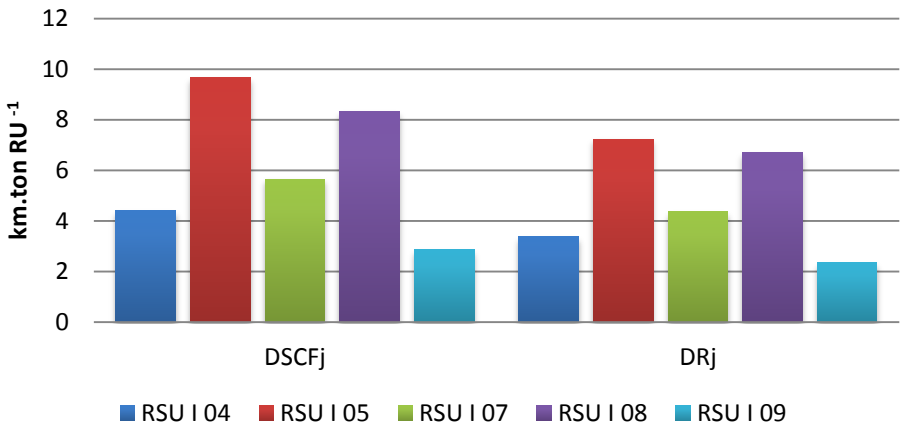


Figura 5.47 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 1

O percurso mais equilibrado é o RSU I 09 sendo o menos equilibrado o percurso RSU I 05. Na Tabela 5.16 vêm descritos os indicadores de gestão da recolha de RU para os cinco percursos rurais do municipio.

Tabela 5.16 - Indicadores de Gestão direcionados para a recolha de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 1

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
		Recolha de residuos						
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	6,97	8,26	7,46	10,80	6,93
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	15,74	10,38	15,41	9,03	16,47
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	62,94	31,13	46,24	27,10	49,41
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,21	0,11	0,13	0,13	0,17
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,94	0,49	0,57	0,58	0,75
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	2945	1628,96	2508,02	1385,39	2499,51
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	1,11	0,77	1,38	0,71	1,06
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}sem^{-1}$	7,74	5,41	5,69	4,95	7,45
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	7,74	5,41	5,69	4,95	7,45
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^3\ RU.dia^{-1}$	71,20	46,96	69,74	40,88	74,52
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,29	0,20	0,28	0,24	0,38
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,24	0,16	0,22	0,13	0,30
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,30	0,14	0,23	0,15	0,43

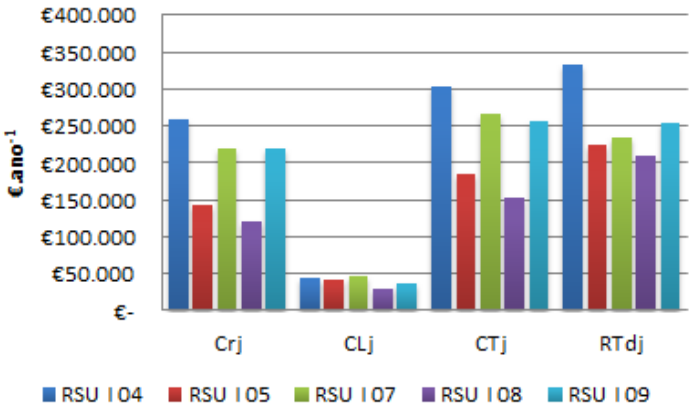
Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	ton RU.h^{-1}	2,07	1,14	1,71	1,61	2,95
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	ton RU.local^{-1}	0,08	0,04	0,08	0,07	0,11
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	h.h^{-1}	0,93	0,94	0,93	0,90	0,92
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	km.km^{-1}	0,77	0,75	0,77	0,81	0,82
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	L.ton RU^{-1}	2,09	4,48	2,71	3,42	1,20
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	ton RU.oper^{-1}.h^{-1}	0,64	0,36	0,53	0,48	0,90

Da análise da Tabela 5.16 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso RSU I 09 é o percurso com maior valor de massa total de RU recolhida a nivel diário e semanal, embora o percurso RSU I 04 tenha o maior valor anual . o que possui maior capitação é o RSU I 07 (1,39 kg.hab^{-1}-dia^{-1}).

- ✓ Para os cinco percursos de recolha, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentos.

- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 05 revela-se o mais rentável (0,94 h.h^{-1}) e a nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 09 revela-se o mais rentável (0,82 km.km^{-1}).



Na Figura 5.48 vêm descritos os custos anuais totais e as receitas anuais totais relativas ao setor doméstico para os cinco percursos rurais do municipio, calculadas de acordo com as equações 4.10, 4.13, 4.14 e 4.15.

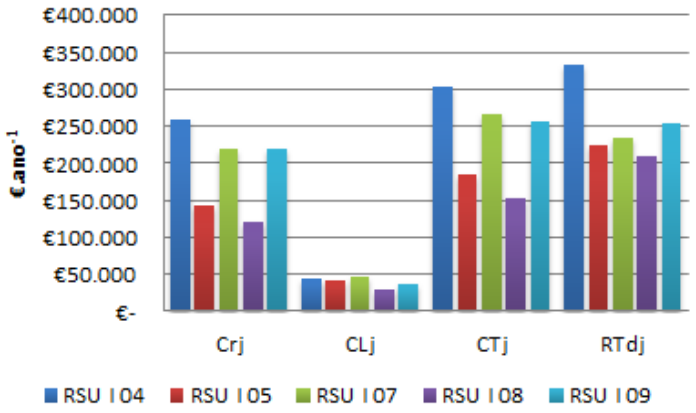


Figura 5.48 - Custos anuais totais e Receitas anuais totais para o setor doméstico para os cinco percursos rurais do município para o cenário 1

Como seria de esperar, o percurso RSU I 04 é o que apresenta maiores custos de gestão e maiores receitas de gestão de RU.

Na Figura 5.49 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais no municipio.

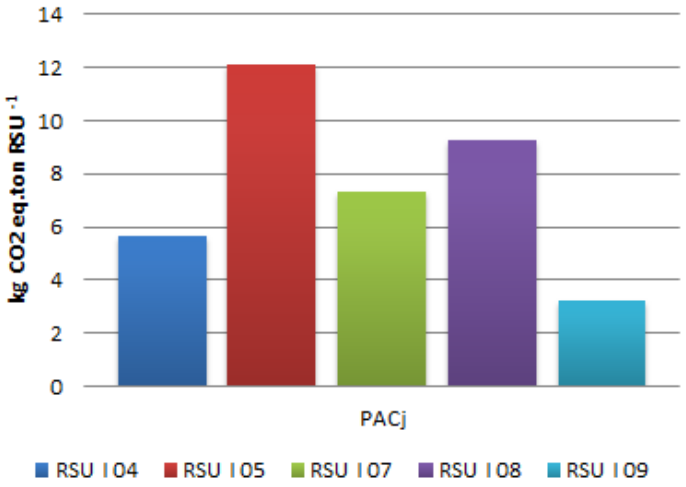


Figura 5.49 - Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais do município para o cenário 1

O que apresenta pior desempenho ambiental é o percurso RSU I 05 e RSU I 08, sendo o que apresenta melhor desempenho ambiental o RSU I 09.

5.2.3. CENÁRIO 2 – MODELO DE GESTÃO SEM A FRAÇÃO DE BIORESIDUO

O cenário 2 tem um modelo proposto a separação da fracção orgânica na origem, considerada cerca de 40%, diminuindo desta forma a quantidade de resíduos urbanos totais produzidos.

Na Tabela 5.17 vêem descritos os indicadores direcionados para a recolha de RU (secos) para os cinco percursos rurais do município.

Tabela 5.17 - Carateristicas gerais dos percursos rurais RSU I 04, RSU I 05, RSU I 07, RSU I 08 e RSU I 09 para o Cenário 2

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
		Carateristicas gerais						
RUI1	D_{pop}	Densidade Populacional no jésimo percurso	$hab.km^{-2}$	953	146	208	482	373
RUI2	h_j	Número de habitantes servidos no jésimo percurso	$hab.perc^{-1}$	8129	5757	4790	5479	6629
RUI3	h_{aj}	Número médio de habitantes por alojamento na área de abrangência do jésimo percurso	$hab.aloj^{-1}$	2,02	2,22	1,49	2,28	2,29
RUI4	V_{cij}	Capacidade do iésimo contentor instalado no percurso j	$m^3cont.cont^{-1}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
RUI5	f_j	Frequência semanal de recolha do jésimo percurso	$perc.sem^{-1}$	2	2	2	2	2
RUI6	V_{pj}	Capacidade volumétrica de contentores instalada no jésimo percurso	m^3cont	242	230	252	170	198
RUI7	V_{kj}	Capacidade volumétrica do veículo k usado na recolha do jésimo percurso	m^3 veic	20	20	20	16	16
RUI8	N_{cj}	Número de contentores recolhidos por quilómetro de recolha efetiva no jésimo percurso	$cont.km^{-1}$	5,69	3,83	5,47	3,50	6,41
RUI9	M_{cj}	Massa média de RU recolhida por m^3 de contentor instalado no jésimo percurso	$ton\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,078	0,041	0,055	0,048	0,075
RUI10	H_{cj}	Habitantes servidos por contentor no jésimo percurso	$hab.cont^{-1}$	26,92	20,06	15,21	25,84	26,73
RUI11	N_{SMj}	Contentores por 1000habitantes e por semana no jésimo percurso	$cont.1000hab^{-1}sem^{-1}$	74,30	99,70	77,50	77,39	74,82

Da análise da Tabela 5.17 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso que abrange maior população é o percurso RSU I 04, com cerca de 27,4% do total da população abrangida pela recolha existente nos percursos urbanos sendo também o que apresenta maior densidade populacional (cerca de 953hab.km^{-2}).

- ✓ O percurso que recolhe maior massa de RU por capacidade instalada de contentores é o percurso RSU I 04, ou seja cerca de 78 kg RU.m^{-3} cont^{-1}

- ✓ O percurso com menor disponibilidade de contentores por habitante é o percurso RSU I 04 e RSU I 09, com cerca de 27 habitantes por contentor, sendo seguido por o percurso RSU I 08 com cerca de 26 hab.cont^{-1}.

Na Figura 5.50 vêm descritas as distâncias devidamente calculadas em ArcGIS e na Figura 5.51 descriminam-se as distâncias totais de recolha e efetivas por tonelada de RU recolhido para os cinco percursos rurais.

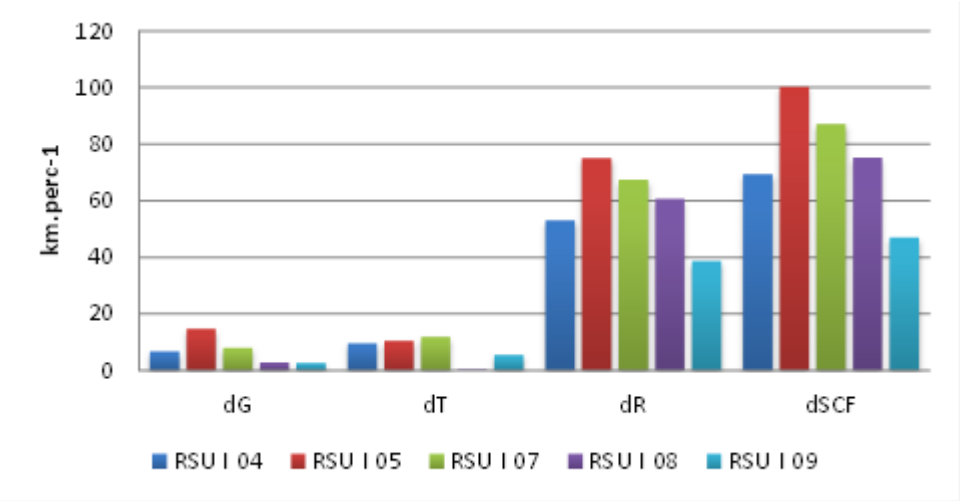


Figura 5.50 - Distâncias percorridas por percurso de recolha de RU nos cinco percursos rurais do município para o cenário 2

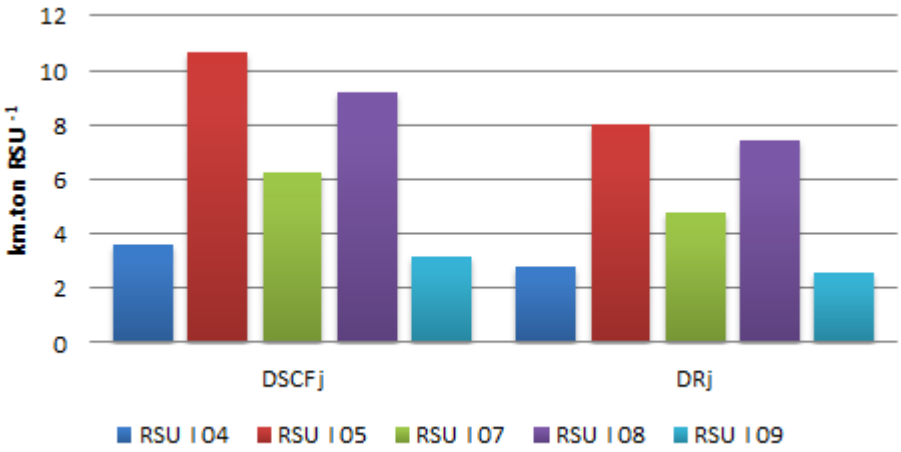


Figura 5.51 - Distância total de recolha por tonelada de RU e distância efetiva de recolha por tonelada de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 2

O percurso RSU I 04 é o percurso que apresenta maior equilíbrio entre a distância efetiva e a distância total do percurso e o mais desequilibrado é o percurso RSU I 05.

Na Tabela 5.18 vêem descritos os indicadores direcionados para a recolha de RU (secos) para os três percursos urbanos do município.

Tabela 5.18 - Indicadores de gestão direcionados para a recolha de RU para os cinco percursos rurais do município para o cenário 2 (circuito secos)

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
			Recolha de residuos					
RUI21	vr_j	Velocidade produtiva da recolha efetiva de contentores no jésimo percurso	$km.h^{-1}$	6,97	8,26	7,46	10,80	6,93
RUI22	M_{dj}	Massa média diária de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.dia^{-1}$	18,88	9,34	13,87	8,13	14,82
RUI23	M_{sj}	Massa média semanal de RU recolhida no jésimo percurso	$ton\ RU.sem^{-1}$	37,77	18,68	27,74	16,26	29,65
RUI24	M_{scj}	Massa média de RU recolhido por semana e contentor no percurso j	$ton\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,13	0,07	0,08	0,08	0,10
RUI25	V_{scj}	Volume médio de resíduos recolhidos por semana e contentor no percurso j	$m^3\ RU.sem^{-1}.cont^{-1}$	0,84	0,44	0,51	0,51	0,67
RUI26	M_{aj}	Massa anual de RU recolhido no jésimo percurso	$ton\ RU.ano^{-1}$	1767	977,38	1504,81	831,24	1499,71
RUI27	P_{dj}	Capitação diária de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}.dia^{-1}$	0,66	0,46	0,83	0,42	0,64
RUI28	P_{sj}	Capitação semanal de produção de RU por habitante no percurso j	$kg\ RU.hab^{-1}\ sem^{-1}$	4,65	3,24	3,41	2,97	4,47
RUI29	P_{sMj}	Capitação semanal de produção de RU por 1000 habitantes no percurso j	$ton\ RU.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	4,65	3,24	3,41	2,97	4,47
RUI30	ρ_{RU}	Massa específica de RU alocados no contentor	$kg\ RU.m^{-3}$	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RUI31	V_j	Volume médio diário de RU recolhida no jésimo percurso	$m^3\ RU.dia^{-1}$	126,73	62,68	93,09	54,57	99,48
RUI32	f_{cj}	Fracção volumétrica de utilização de cada contentor no percurso j	$m^3\ RU.m^3\ cont^{-1}$	0,52	0,27	0,37	0,32	0,50
RUI33	V_{cj}	Volume de resíduos recolhidos por contentor no percurso j	$m^3\ RU.cont^{-1}$	0,42	0,22	0,30	0,17	0,40
RUI36	m_{dj}	Massa de RU recolhida por quilómetro no percurso j	$ton\ RU.km^{-1}$	0,36	0,12	0,21	0,13	0,38
RUI37	m_{tj}	Massa de RU recolhidos por hora efetiva no percurso j	$ton\ RU.h^{-1}$	2,48	1,03	1,54	1,45	2,66
RUI38	m_{Lj}	Massa de RU recolhidos por local de recolha percurso j	$ton\ RU.local^{-1}$	0,10	0,04	0,07	0,06	0,10
RUI39	f_{tj}	Fração do tempo efetivo de recolha em relação ao tempo total de recolha no percurso	$h.h^{-1}$	0,93	0,94	0,93	0,90	0,92
RUI40	f_{dj}	Fração da distância efetiva de recolha em relação à distância total de recolha no percurso j	$km.km^{-1}$	0,77	0,75	0,77	0,81	0,82
RUI41	L_{dj}	Consumo especifico de gasóleo por tonelada de RU recolhida no jésimo percurso	$L.ton\ RU^{-1}$	1,74	4,98	3,01	3,80	1,33
RUI42	$Prod_j$	Produtividade do trabalho de recolha do percurso j	$ton\ RU.oper^{-1}.h^{-1}$	0,77	0,32	0,48	0,43	0,81

Da análise da Tabela 5.18 pode-se destacar como observações os seguintes factos:

- ✓ O percurso RSU I 04 é o percurso com maior valor de massa total de RU recolhida a nivel diário, semanal e anual, sendo também o que possui maior capitação (cerca de $0{,}66 kg.hab^{-1}\text{-}dia^{-1}$).

- ✓ Para os cinco percursos de recolha, a fração volumétrica de utilização de cada contentor é inferior a 50% da sua capacidade total no caso dos percursos RSU I 05, RSU I 07 e RSU I 08, o que pressupõe que existe excesso de oferta de equipamentos, ou frequência de recolha excessiva. No caso do RSU I 04 e RSU I 09 rondam os 50% de nivel de enchimento.

- ✓ A nivel de rentabilidade de tempo efetivo por tempo total de recolha, o percurso RSU I 05 revela-se o mais rentável (0,94 $h.h^{-1}$).

- ✓ A nivel de rentabilidade de distância efetiva por distância total de recolha, o percurso RSU I 08 e RSU I 09 revela-se o mais rentável (0,82 $km.km^{-1}$).

Na Tabela 5.19 vêem descritos os indicadores direcionados para a recolha de RUB (molhados) para os cinco percursos rurais do municipio.

Tabela 5.19 - Indicadores de Gestão direcionados para a recolha de RUB (molhados) para os cinco percursos rurais do município para o cenário 2

Código	Variável	Indicadores de Gestão	Unit	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
		Recolha de residuos						
RUI51	M_{doj}	Massa média diária de RUB recolhida no jésimo percurso	ton $RUB.dia^{-1}$	12,59	6,35	9,25	5,41	9,88
RUI52	M_{soj}	Massa média semanal de RUB recolhida no jésimo percurso	ton $RUB.sem^{-1}$	25,18	12,71	18,49	10,82	19,76
RUI53	M_{aoj}	Massa anual de RUB recolhido no jésimo percurso	ton $RUB.ano^{-1}$	1178	652	1003	554	1000
RUI54	P_{doj}	Capitação diária de produção de RUB por habitante no percurso j	kg $RUB.hab^{-1}.dia^{-1}$	0,44	0,32	0,55	0,28	0,52
RUI55	P_{soj}	Capitação semanal de produção de RUB por habitante no percurso j	kg $RUB.hab^{-1}$ sem^{-1}	3,10	2,21	3,86	1,97	3,61
RUI56	P_{sMoj}	Capitação semanal de produção de RUB por 1000 habitantes no percurso j	ton $RUB.1000hab^{-1}.sem^{-1}$	3,10	2,21	3,86	1,97	3,61
RUI57	ρ_{RUB}	Massa específica de RUB alocados no contentor	kg $RUB.m^{-3}$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
RUI58	V_{jo}	Volume médio diário de RUB recolhida no jésimo percurso	m^3 $RUB.dia^{-1}$	26,17	13,21	19,22	11,24	20,54

Da análise da Tabela 5.19 verifica-se que o percurso com maior massa de RUB recolhida é o RSU I 04, sendo seguido pelo percurso RSU I 09 e RSU I 07.

Na Figura 5.52 vem representados os custos associados à gestão de RU (secos) e de RUB (molhados), de acordo com a equação 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13.

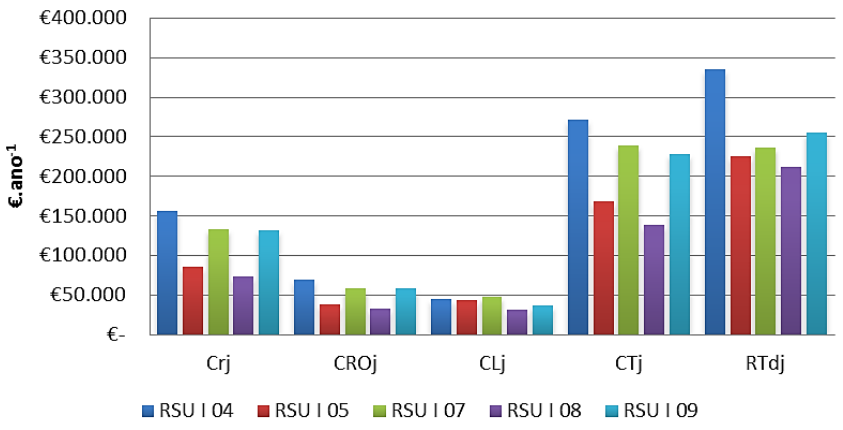


Figura 5.52 - Custos anuais totais relativos à recolha de "Secos" e "molhados" e Receitas anuais totais para o setor doméstico para os cinco percursos rurais do município para o cenário 2

Relativamente aos percursos rurais, verifica-se as receitas totais provenientes do percurso RSU I 04 rondam os 334.687,65 €.ano^{-1}, cobrindo cerca de 32% dos custos totais de gestão de residuos molhados e secos para os cinco percursos rurais (1.042.785,42 €.ano^{-1}). Relativamente à relação entre os custos da gestão de resíduos molhados e de resíduos secos, verifica-se que a gestão de molhados apresenta cerca de 25% do total de custos de gestão, representando no caso do percurso RSU I 04 (69.213,31 €.ano^{-1} no RSU I 05 de 38280 €.ano^{-1}, no RSU I 07 cerca de 58939 €.ano^{-1}, RSU I 08 32557 €.ano^{-1} e RSU I 09 cerca de 587439€.ano^{-1}.

Na Figura 5.53 vem descrito o Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais no municipio.

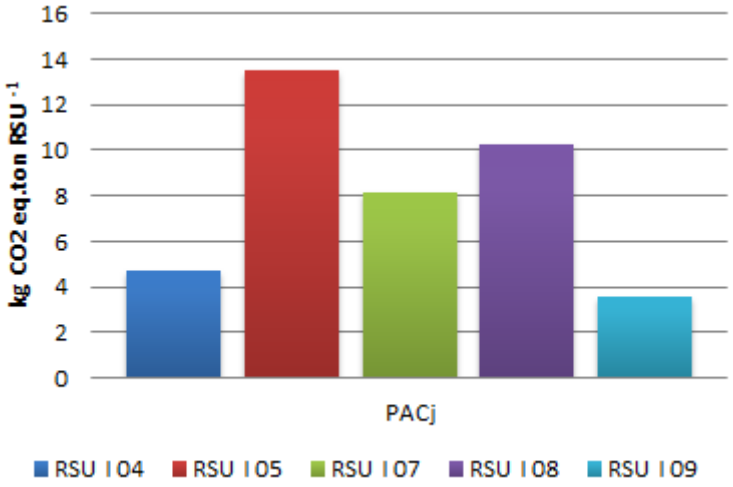


Figura 5.53 - Potencial de Alterações Climáticas para os cinco percursos rurais do município para o cenário 2 no caso da recolha de RU.

5.3. ANÁLISE ECONÓMICA À IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRO DE COMPOSTAGEM MUNICIPAL

Os custos de exploração dizem respeito ao conjunto de meios e equipamentos necessários para o normal funcionamento dos serviços, que permitam colmatar necessidades pontuais.

Para o modelo proposto considerou-se que o tratamento dos RUB seria de 20,60 €/ton (5000 ton/ano), o tratamento de indiferenciados por parte da ERSUC de 50 €/ton, com a introdução do TMB.

Tendo em conta o tarifário de deposição em aterro atualmente praticado no sistema ERSUC (23,45€/ton RU) representando um acréscimo para os utilizadores com muito significado, sendo de realçar que, frequentemente, foram apontados, pelos Municípios, valores da ordem dos 35€/ton como limite máximo que os mesmos estão dispostos a suportar (EGF, 2006)

Deverá se considerar que cerca de 10 a 15% do resíduo a entrar no centro de compostagem diz respeito a resíduo indiferenciado a tratar pela ERSUC. Desta forma, para o ano 2011, cerca de 1372 toneladas deverão ser encaminhados para o aterro da ERSUC. Desta forma na tabela seguinte apresentam-se as estimativas de proveitos financeiros da gestão de RU.

Tabela 5.20 – Estimativa de custos da gestão de RUB em central de compostagem municipal

	M_{aj} [ton RU.ano^{-1}]	T_{ar} [€.ton RU^{-1}]	T_{aT} [€.ton RU^{-1}]	C_{Tj}[6] [€.ton RU^{-1}]
Cenário 1				
Tratamento de RU da recolha indiferenciada (TMB)	22873	38,15 €	50,00 €	2.016.272 €
Cenário 2				
Tratamento de RUB no centro de compostagem	9149	38,15 €	20,60 €	537.520 €
Tratamento de RU da recolha indiferenciada (TMB)	13724	38,15 €	50,00 €	1.209.763 €
Tratamento de RU considerado desperdício do Centro de Compostagem (TMB)	1372	38,15 €	50,00 €	120.976 €
Total				1.868.259,84 €

Assumindo uma quantidade anual de 22873 ton de RU, no sistema de gestão pelo PERSU II obteríamos um preço total de 2016272 €.ano^{-1}. Com a implementação do novo modelo de gestão de RU e o desvio para a Central de Compostagem da percentagem de RUB existentes (13724 ton RUB.ano^{-1}), tendo como contaminante 10 a 15% do total de RUB (1372 ton RU.ano^{-1}) estar-se-ia a obter um ganho de 148.012,46 €.ano^{-1}.

[6] Este preço exclui o preço total referente à lavagem de contentores, cerca de 365 133 €, daí o prelo do custo total do cenário 1 diferir da tabela 5.20 para a tabela 5.1.

Para além dos efeitos previamente quantificados, existem ainda alguns benefícios indiretos que resultam claramente da instalação da central de compostagem, no processo de valorização orgânica, mas cuja quantificação não é possível determinar, nomeadamente:

- A instalação da central de compostagem permite uma melhoria do estado da natureza, a qual se reflete, por exemplo, na qualidade de vida das populações;
- Associada a esta ideia, identifica-se o benefício que decorre da melhoria paisagística na região, uma vez que a quantidade de resíduos a enviar para aterro é menor e é promovida a sua valorização orgânica e posterior reutilização;
- Existem também benefícios que resultam da poupança nos custos de deposição dos RUB em aterro, pois parte deles passa a ser destinada à valorização orgânica, e do aumento da vida útil dos próprios aterros;
- A implementação da central de compostagem promove a recolha em separado da fracção orgânica e permite ao município cumprir metas estabelecidas na Directiva aterros.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

6.1. CONCLUSÕES

Neste estudo, foi feita uma avaliação comparada de três cenários de gestão de RU, com o objetivo de propor alternativas à sua gestão atual, em termos de redução de custos de gestão, redução da quantidade de resíduos a enviar para aterro e melhoria da separação por parte dos munícipes.

- Cenário 0 - Modelo de gestão atual: Caracterizado na deposição dos resíduos em contentores colocados na via pública para servirem a população, não contemplando qualquer separação na origem no que diz respeito a fracção orgânica dos resíduos.

- Cenário 1 – Modelo de gestão PERSU II: Este difere do cenário 0 pela retirada do percurso de recolha urbana das entidades a contrato visto estes terem especificações diferentes e devendo a recolha ser realizada de forma independente, tomando a consciência efetiva do que a população produz e necessita de ter disponível para funcionamento da recolha e considerando a gestão do RU através do sistema de TMB, com a devida atualização de tarifa de tratamento prevista pela ERSUC.

- Cenário 2 – Modelo de gestão sem a fração de bioresiduo: O cenário 2 tem um modelo proposto a separação da fracção orgânica biodegradável ou bioresíduos na origem, considerada cerca de 40%, diminuindo desta forma a quantidade de resíduos urbanos totais produzidos.

A fim de comparar e avaliar o desempenho de cada um dos cenários foram calculados indicadores de gestão de forma a verificar as principais diferenças entre estes.

Verifica-se ainda que cerca de 21,6% dos RU são de origem particular, proveniente de indústrias, comércio e serviços, sendo efetivamente importante perceber a composição física destes resíduos e estipular contratos de acordo com o nível de produção e a própria característica física. (Figura 5.2).

Na apresenta-se uma tabela resumo de todos os cenários analisados para os percursos urbanos e rurais.

Verifica-se que, em geral que a nível urbano e no caso do modelo de gestão atual (cenário 0):

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 1,31 $kg.hab^{-1}dia^{-1,}$ sendo que o valor respetivo às entidades destes três percursos é responsável pela produção de 8307 $kg.dia^{-1}$.

- O sistema disponibiliza em média 9,43 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 230 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 25,08 $hab.cont^{-1}$.

- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 3,94 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 3 km.ton RU^{-1}

- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 4,78 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 2,16 CO_2eq.hab^{-1}-$ano^{-1.}$

Verifica-se que, em geral que a nível urbano e no caso do cenário 1:

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 1,05 kg.$hab^{-1}dia^{-1.}$

- O sistema disponibiliza em média 8,95 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 210 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 31,88 hab.$cont^{-1}$.

- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 4,5 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 3,07 km.ton RU^{-1}

- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 4,94 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 1,77 CO_2eq.hab^{-1}-$ano^{-1.}$

Verifica-se que, em geral que a nível urbano e no caso do cenário 2:

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 0,63 kg.$hab^{-1}dia^{-1,}$ uma redução de 48% relativamente ao cenário 0, sendo a capitação de RUB de 0,43 kg.$hab^{-1}dia^{-1}$

- O sistema disponibiliza em média 8,95 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 210 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 31,88 hab.$cont^{-1}$.

- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 3,74 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 2,55 km.ton RU^{-1}

- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 4,11 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 0,88 kg CO_2 eq.hab^{-1}-$ano^{-1.}$

A nivel rural e no caso do modelo de gestão atual (cenário 0):

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 1,27 kg.$hab^{-1}dia^{-1,}$ sendo que o valor respetivo às entidades destes cinco percursos é responsável pela produção de 8251 kg.dia^{-1}.

- O sistema disponibiliza em média 5,28 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 290 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 17,40 hab.$cont^{-1}$.

- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 5,71 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 4,39 km.ton RU^{-1}

- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 7,00 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 2,82 kg CO_2eq.hab^{-1}-$ano^{-1.}$

A nivel rural e no caso do modelo e no caso do cenário 1:

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 1,01 kg.hab^{-1}dia$^{-1,}$
- O sistema disponibiliza em média 4,98 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 310 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 22,95 hab.cont^{-1}.
- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 6,18 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 4,80 km.ton RU^{-1}
- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 7,52 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 2,45 kg CO_2eq.hab^{-1}-ano$^{-1.}$

A nível rural e no caso do modelo e no caso do cenário 2:

- A capitação de resíduos urbanos ronda o 0,60 kg.hab^{-1}dia^{-1} uma redução de 48,9% relativamente ao cenário 0, sendo a capitação de RUB de 0,42 kg.hab^{-1}dia^{-1}
- O sistema disponibiliza em média 4,98 contentores por quilómetro, estando distanciados em média 310 metros entre si, estando com taxa de cobertura de cerca de 22,95 hab.cont^{-1}.
- A distância total de recolha por tonelada de RU ronda a 6,62 km.ton RU^{-1} sendo que a distância efetiva de recolha por tonelada de RU ronda os 5,15 km.ton RU^{-1}
- O desempenho ambiental do serviço de recolha de RU para os três percursos urbanos, por cada tonelada, é responsável pela emissão de 8,05 kg CO_2eq.ton RU^{-1} sendo que cada habitante é responsável por um impacte ambiental medio de 1,66 kg CO_2eq.hab^{-1}-ano$^{-1.}$

A nivel de custos de gestão os percursos urbanos, no modelo de gestão atual os custos de recolha são em média a 1 137 444 €.ano^{-1}, cerca de 50,2% dos custos totais , ficando cerca de 33,33€.hab^{-1}.ano$^{-1,}$ no caso do cenário 1 fica em média 1 209 646 €.ano^{-1}, ficando cerca de 35,83€. hab^{-1}.ano^{-1} e no caso do cenário 2 1 069 670 €.ano^{-1} ficando cerca de 31,69 €. hab^{-1}.ano^{-1}

A nivel de custos de gestão os percursos rurais, no modelo de gestão atual saem em média a 1.126.183 €.ano^{-1}, cerca de 49,7% dos custos totais, ficando cerca de 36,58 €.hab^{-1}.ano$^{-1,}$ no caso do cenário 1 fica em média 1.171.758,96 €.ano^{-1}, ficando cerca de 38,06 €. hab^{-1}.ano^{-1} e no caso do cenário 2 cerca de 1.040.153,30 €.ano^{-1} ficando cerca de 33,87 €. hab^{-1}.ano^{-1}

6.2. SUGESTÕES

No caso do cenário 1, a recolha das entidades sendo procedida de forma independente possivelmente acarretará maiores impactes ambientais, pela introdução de novos percursos, e por

conseguinte maiores emissões de CO_2. No entanto, a permanência/integração nos percursos de recolha do setor doméstico só será viável caso a estrutura de cobrança e de gestão de RU provenientes de entidades esteja devidamente estruturada e se garanta que estes estão cumprir a legislação de deposição de RU nos 1100 Litros diários, e não de outro tipo de residuos. Esse seria o cenário ideal no âmbito da gestão de RU.

No caso do municipio da minha área de residência (Santa Maria da Feira), não existem atualmente contentores alocados ao setor doméstico, sendo a recolha realizada porta a porta incluindo os estabelecimentos e entidades a contrato em todo o municipio. Somente nalguns pólos populacionais existem contentores enterrados, como nos centros da cidade. No caso do setor industrial, se uma determinada entidade quiser ter o seu residuo colocado num contentor próprio até uma capacidade de 1100 Litros, este deverá estar registado na base de dados do municipio e os cantoneiros, ao efetuarem a recolha caso estranhem alguma anomalia no tipo de residuo ou da quantidade possível, por e simplesmente não recolhem e dão alerta ao municipio sobre essa situação. Esta alternativa parece-me ser radical mas eficaz visto que o que sucedia no municipio é que os Industriais depositavam todo o tipo de residuos, inclusive perigosos nos contentores do setor doméstico, não tendo qualquer tipo de cuidado com a sua triagem.

De referir que os percursos deverão ser mediante as alterações sugeridas pelo Cenário 2 totalmente reconfigurados, analisando a nível de trabalho de campo quais as zonas com maior necessidade de oferta e onde se pode fazer alteração do número de contentores de RU de forma a alocar parte deles para RUB, para além da alteração da frequência de recolha.

Relativamente à componente social, e atendendo à experiência de campo da autora deste trabalho no âmbito da gestão de OAU, na área de intervenção da LIPOR, de forma a alterar comportamentos na gestão destes RU, e envolver os habitantes de um município em torno da reciclagem, a aposta seria na criação de um ranking das freguesias que mais separam resíduos, por fluxo de materiais (papel, vidro e plástico) tendo em conta o número de habitantes e o número de ecopontos. Quanto mais o município conseguir aproximar-se do munícipe maior será a quantidade de resíduos encaminhados para a reciclagem. Talvez a aposta na sensibilização de proximidade ao cidadão, as palestras à comunidade, comunicação desta nova separação em festas/romarias existentes no município, chamem à atenção do cidadão. Demonstrações públicas de como separar e o que separar. Muitos Cidadãos não têm a noção da dimensão dos resíduos produzidos na sua área de residência, nem do circuito percorrido pelo mesmo. Assim, organizar visitas de grupo às unidades de armazenamento e triagem dos resíduos, envolver escolas, habitantes da área de influência, criando também parcerias com ONG ambientais da zona. O munícipe é o “ator principal” por isso é vital que os municípios e as empresas de gestão de resíduos estejam presentes na vida dos munícipes, ou seja, que criem boas relações com os mesmos, e claro está, os eduquem ambientalmente, no sentido da preservação e protecção do ambiente e mais especificamente na separação e encaminhamento dos resíduos. É importante ouvir o que o munícipe tem para dizer, pois muitas vezes o município não tem perceção de tudo o

que se passa e uma simples sugestão/opinião pode melhorar em muito o serviço prestado e o desempenho global. A intervenção das Juntas de Freguesia é importantíssima no sucesso destes projetos, pela proximidade que têm dos seus eleitores. A intervenção destes na gestão de RUB é crucial, podendo até auxiliar na recolha deste resíduo e entregar no Centro de Compostagem municipal.

Referências bibliográficas

ACR+. (2008). *Tecnical Report - Final Draft - Reducion of municipal waste.* Bruxelas: Association of Cities and Regions for Recycling and sustainable Resource management.

ACRRGSR. (2005). *Gestão de residuos orgânicos biodegradáveis: Que prespectivas para as autoridades locais europeias?* Bruxelas: LIPOR - Serviço Intermunicipalizados de Gestão de Residuos do Grande Porto.

ALGAR. (2010). *Caracterização de Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Algarve – Relatório Final 2010.* Algarve: EGF.

APA. (2010). *Caracterização da situação actual – 2010/2011.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

APA. (2010). *Caraterização da situação de fluxos especificos de resíduos em 2009.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

APA. (2011). *Residuos Urbanos em 2010.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

APA, & IST. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

Bentes, I. M., González, F. P., & Teixeira, C. A. (2011). *Xéstion de residuos urbanos nos concelhos do Eixo Atlântico.* Santiago de Compostela: Eixo Atlântico do Noroeste Peninsular.

Carvalho, J., Matos, M. A., & Gomes, P. (2011). *"Custos e Benefícios, à escala local, de uma Ocupação Dispersa" - Anexo 5: Custos de Sistema de Gestão de Resíduos.* Projeto de Investigação PTDC/AUR/64086/2006, Aveiro.

Carvalho, M. M. (2008). *Optimização de circuitos e indicadores de recolha de resíduos urbanos. Caso de estudo: Município de Almada.* Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Cruz, M. L. (2005). *A Caracterização de Resíduos Sólidos no Âmbito da sua gestão integrada.* Braga: Escola de Ciências da Universidade do Minho.

EGF. (2006). *Projeto de tratamento, valorização e destino final dos residuos sólidos urbanos da ERSUC.* Lisboa: EGF.

ERSAR, & LNEC. (2011). *Guia de avaliação dos serviços de águas e residuos prestados aos utilizadores - 2ª geração do sistema de avaliação.* Lisboa: ERSAR.

ERSUC. (2011). *Informações publicadas no jornal "Ersucão" - Abril 2011.* Obtido em Setembro de 2012, de http://ersuc.pt/web/images/dados/tmb/tmb2.pdf

ERSUC. (2011). *Produções - Recolha Selectiva 2011.* Obtido em Maio de 2012, de http://ersuc.pt/web/index.php?option=com_content&view=article&id=133

ERSUC. (2012). *Caracterização dos Resíduos Urbanos depositados em Aterro, produzidos na área geográfica do Sistema Multimunicipal do Litoral Centro em 2011.* Obtido em Janeiro de 2012, de http://ersuc.pt/web/images/dados/Cat2011.pdf

Eurostat, E. C. (2012). *Municipal Waste estatistics*. Obtido em 20 de Setembro de 2012, de http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Municipal_waste_statistics #Municipal_waste_treated_in_Europ

Fernandes, G. A. (2009). *OPTIMIZAÇÃO DA RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDIFERENCIADOS NO MUNICÍPIO DE SINTRA - Aplicação de SIG a um Sistema de Apoio à Decisão.* Monte de Caparica: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Ferrão, P. M., & Pinheiro, L. (2011). *Plano Nacional de Gestão de Residuos 2011-2020.* Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

Gomes, C. M. (2009). *Análise de indicadores de produtividade de circuitos de recolha selectiva de RSU com diferentes características operacionais.* Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Gomes, M. d. (2008). *Contribuição para a gestão sustentável de residuos sólidos para a Região Centro.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

INE. (2011). *Estatísticas do Ambiente 2010.* Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INE. (2012). *Censos 2011- Importação dos principais dados alfanuméricos e geográficos (BGRI)*. Obtido em Setembro de 2011, de INE- Instituto Nacional de Estatistica: http://mapas.ine.pt/download/index2011.phtml

IRAR, & CESUR. (2007). *Análise dos tarifários de serviços de gestão de resíduos urbanos em Portugal.* Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

Lopes, M. V. (2008). *Contribuição para um modelo de gestão sustentável de resíduos urbanos a nivel municipal.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento Unversidade de Aveiro.

Lopes, S. (2006). *Seminário Optimização da Logística de Recolha Selectiva de Resíduos - Balanço da Recolha Selectiva de Resíduos Orgânicos na LIPOR.* Baguim do Monte: LIPOR.

Lopes, S. (2009). *LIPOR: Biowaste Strategy. The Importance of Selective Collection.* Baguim do Monte: LIPOR.

Maiambiente, E. (2006). *Utilização de ferramentas SIG na optimização da Logistica de Recolha Seletiva.* Maia: Maiambiente, EM.

Martinho, M. d., & Vitor, F. M. (2009). *Factors Influencing Households' Participation in Organic Waste Separation.* Loures: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Matos, M. A. (2008). *Capítulo 8 – Sistemas de informação geográfica aplicados à gestão de resíduos.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território - Universidade de Aveiro.

Matos, M. A., & Gomes, A. P. (2004). *Estratégia de gestão dos resíduos biodegradáveis dos RSU em Portugal.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Monteiro, J. F. (2009). *Os SIG aplicados à gestão da recolha de resíduos urbanos.* Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território - Universidade de Aveiro.

Palma, I. V. (2011). *O papel da informação na promoção de comportamentos de reciclagem.* Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Pereira, F. J., & Matos, M. A. (2003). *Capitulo 7- Eliminação de resídos por aterro controlado v14.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território - Universidade de Aveiro.

Pereira, F. J., & Matos, M. A. (2009). *Capítulo 3 - Processos de Recolha, Transporte e Transferência v06.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento do Território da Universidade de Aveiro.

Santos, P. H. (2011). *Avaliação de Circuitos de Recolha de Resíduos Urbanos: Indicadores Operacionais.* Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Silva, C. C. (2010). *Avaliação de sistemas de gestão de resíduos: Caso de estudo.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Sousa, M. J. (2008). *A Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Urbanos: Contributo para uma Gestão Integrada.* Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Wasye management - Engineering Principles and management issues.* McGraw-Hill, Inc.

Teixeira, C. A. (2010). *Um modelo de Avaliação de Desempenho de Sistemas de Recolha de Residuos Urbanos - Avaliação Operacional, económica e social.* Vila Real: Universidade de Trás-dos-Montes e Alto Douro.

Valério, M. M. (2010). *Critérios de Sustentabilidade de ocupação Urbana - Caso de Estudo na Cidade de Aveiro.* Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

Documentos Consultados

Decreto-Lei nº1/2012, de 11 de janeiro - Procede à 5.ª alteração ao Decreto-Lei nº 196/2003, de 23 de Agosto, e **transpõe** a Directiva nº 2011/37/UE, da Comissão, de 30 de Março, relativa aos veículos em fim de vida.

Portaria nº 172/2012, de 24 de maio - Primeira alteração à Portaria nº 242/2008, de 18 de março, que estabelece os termos do pagamento de taxas a cobrar pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) pela apreciação dos procedimentos relativos à notificação de transferência de resíduos que se destine à importação, exportação e trânsito.

Portaria nº 34/2011, de 13 de Janeiro - Estabelece o conteúdo mínimo do regulamento de serviço relativo à prestação dos serviços de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos aos utilizadores

Portaria nº 43/2011, de 20 de Janeiro - Aprova o Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares para o período de 2011-2016.

Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho - Procede à terceira alteração ao Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro, **transpõe** a Directiva nº 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, relativa aos resíduos, e procede à alteração de diversos regimes jurídicos na área dos resíduos.

Decreto-Lei nº 84/2011, de 20 de Junho - Procede à simplificação dos regimes jurídicos da deposição de resíduos em aterro, da produção cartográfica e do licenciamento do exercício das actividades de pesquisa e captação de águas subterrâneas, conformando-os com o Decreto-Lei nº 92/2010, de 26 de Julho, que transpôs para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2006/123/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro, relativa aos serviços no mercado interno. Republica o Decreto-Lei nº 133/2005, de 16 de Agosto

Decreto-Lei nº 132/2010, de 17 de Dezembro - Altera o regime jurídico da gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, aprovado pelo Decreto-Lei nº 230/2004, de 10 de Dezembro, e **transpõe** parcialmente a Directiva nº 2008/112/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro.

Despacho nº 3227/2010, de 22 de Fevereiro (2ª série), da Ministra do Ambiente, do Ordenamento do Território - Aprovação do Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU) para o período de 2009-2016.

Portaria nº 160/2010, de 15 de Março - Define os critérios para cálculo das taxas relativas à actividade de regulação estrutural, económica e de qualidade de serviço, devidas pelas entidades gestoras concessionárias dos serviços multimunicipais e municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos, à Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, I. P. (ERSAR, I. P.).

Portaria nº 175/2010, de 23 de Março - Define os critérios para cálculo das taxas relativas à atribuição de regulação da qualidade da água para consumo humano, devidas pelas entidades gestoras dos serviços de abastecimento público de água para consumo humano à Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, I. P. (ERSAR, I. P.).

Portaria nº 172/2009, de 17 de Fevereiro **-** Aprova o Regulamento dos Centros Integrados de Recuperação, Valorização e Eliminação de Resíduos Perigosos (CIRVER).

Despacho nº 10287/2009, de 20 de Abril (2ª série), dos Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e Inovação - Estabelece os princípios e as normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens. Altera os nº 5.3 e 5.4.2 do apêndice I à licença atribuída à Sociedade Ponto Verde em 7 de Dezembro de 2004, referente às bases das contribuições financeiras exigíveis ao ciclo económico do produto e das contrapartidas a pagar pela titular.

Portaria nº 851/2009, de 7 de Agosto - Aprova as normas técnicas relativas à caracterização de resíduos urbanos (PERSU II) Altera a Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro.

Decreto-Lei nº 183/2009, de 10 de Agosto - Estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na concepção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, **transpondo** para a ordem jurídica interna a Directiva 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de Abril, relativa à deposição de resíduos em aterros, alterada pelo Regulamento (CE) nº 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Setembro, aplica a Decisão 2003/33/CE, de 19 de Dezembro de 2002, e revoga o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio. Declaração de Rectificação nº 74/2009, de 9 de Outubro. Alterado pelo Decreto-Lei nº 84/2011, de 20 de Junho.

Decreto-Lei nº 210/2009, de 3 de Setembro -. Estabelece o regime de constituição, gestão e funcionamento do mercado organizado de resíduos. Alterado pelo Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de Junho

Decreto-Lei nº 235/2009, de 15 de Setembro - Cria o sistema multimunicipal de triagem, recolha, valorização e tratamento de resíduos sólidos urbanos do Norte Central e constitui a sociedade RESINORTE - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S. A., atribuindo-lhe a concessão da exploração e gestão desse sistema.

Despacho nº 21295/2009, de 22 de Setembro 2ª série), do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Aprova a Estratégia para os Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR), para o horizonte temporal de 2009-2020.

Decreto-Lei nº 266/2009, de 29 de Setembro - Primeira alteração ao Decreto-Lei nº 6/2009, de 6 de Janeiro, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2008/103/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, relativa a pilhas e acumuladores e respectivos resíduos no que respeita à colocação de pilhas e acumuladores no mercado, que

altera a Directiva nº 2006/66/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Setembro de 2006.

Decreto-Lei nº 267/2009, de 29 de Setembro - Estabelece o regime jurídico da gestão de óleos alimentares usados.

Portaria nº 1127/2009, de 1 de Outubro - Aprova o Regulamento Relativo à Aplicação do Produto da Taxa de Gestão de Resíduos. Alterada pela Portaria nº 1324/2010, de 29 de Dezembro.

Decreto-Lei nº 90/2009, de 9 de Abril - Estabelece o regime das parcerias entre o Estado e as autarquias locais para a exploração e gestão de sistemas municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos.

Decreto-Lei nº 194/2009, de 20 de Agosto - Estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos.

Decreto-Lei nº 195/2009, de 20 de Agosto - Altera o regime jurídico dos serviços de âmbito multimunicipal de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos.

Decreto-Lei nº 277/2009, de 2 de Outubro - Aprova a orgânica da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos,

Decreto-Lei n.º 89/2008 de 30 de Maio estabelece as normas referentes às especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos

Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho procede à publicação dos factores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis seleccionados para utilização final, bem como dos respectivos factores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO2 equivalente (kgCO2e).

Anexo A - Especificações da base de dados

ID_Contentor_capacidade	Contentor_capacidade (Litros)
1	120
2	240
3	800
4	1100
5	1200
6	3000
7	5000
8	2500

ID_Contentor_estado	Descritivo
1	Bom estado
2	Reparar (rodas)
3	Reparar (tampa)
4	Substituir
5	Abater
6	Mudar de local
7	Deformado
8	Rachado
9	Danificado
10	Reabilitado
11	REMOVIDO
12	Não Encontrado
13	Substituído por outro Contentor_tipo
14	REF - Contentor adicionado ao local
15	Não Activo (enterrado)

ID_Contentor_tipo	Designação do tipo de contentor	Operadores
1	PEAD	2
2	Metal	2
3	PEAD enterrado outro	2
4	Metal enterrado outro	2
5	PEAD enterrado hidráulico	2
6	PEAD enterrado eléctrico	2
7	Igloo	2
8	Molok pequeno	2
9	Molok grande	2
10	caixa fibra enterrado	2
11	Caixa metálica enterrada	2

ID_Residuo	Resíduo	Resíduo_Ref	Cor
1	Indiferenciados	RID	Preto
2	Vidro	RSV	Verde
3	Papel	RSP	Azul
4	Embalagem	SER	Amarelo
5	Biorresíduos	RBO	Castanho
6	Pilhas	RPI	Vermelho
7	Monos	RMO	Riscas1
8	Varredura ruas	RVR	Laranja
9	Const/Demol	ROU	Riscas2
10	OleosAlUsados	ROA	Rlaranja
11	Verdes	RVD	Rverde
12	Tetrapack-escolas	RTE	Rcastanho

ID_Contrato_tipo	Contrato_tipo	Valor_unitário
1	Recolha doméstica pública	0
2	Aluguer simples	16,50
3	Recolha 1Xsemana	50,00
4	Recolha 2Xsemana	95,00
5	Recolha 3Xsemana	140,00
6	Recolha 4Xsemana	185,00
7	Recolha 5Xsemana	235,00
8	Recolha 6Xsemana	280,00
9	Aluguer+Recolha 1Xsemana	65,00
10	Aluguer+Recolha 2Xsemana	110,00
11	Aluguer+Recolha 3Xsemana	155,00
12	Aluguer+Recolha 4Xsemana	200,00
13	Aluguer+Recolha 5Xsemana	250,00
14	Aluguer+Recolha 6Xsemana	295,00

ID_Serviço_especificações	Serviço_frequência_dias	Dias_da_semana
1	Diária/Diurno	234567
2	Diária/Nocturno	234567
3	4x por semana	2457
4	4x por semana	3467
5	4x por semana	2357
6	3x por semana	246
7	3x por semana	357
8	3x por semana	257
9	2x por semana	24
10	2x por semana	35
11	2x por semana	36
12	2x por semana	25
13	2x por semana	47
14	semanal	2

15	semanal	3
16	semanal	4
17	semanal	5
18	semanal	6
19	quinzenal	4
20	mensal	4

ID_Funções	Funções
1	Ecoponto (Recolha Selectiva)
2	Ecoponto (Recolha Indiferenciada)
3	Estação de Transferência
4	Tratamento Mecânico (separação)
5	Tratamento Biológico
6	Aterro
7	Incineradora
8	Lixeira
9	Garagem
10	Fim de turno
11	Início de turno

Anexo B – Resíduos urbanos indiferenciados recolhidos no âmbito dos percursos analisados

Dias do mês (Setembro 2011)	Dias	Massa [ton RU/dia]							
		RSU I 01	RSU I 02	RSU I 03	RSU I 04	RSU I 05	RSU I 07	RSU I 08	RSU I 09
1	Quinta-feira	15,60	14,08	15,30	5,72		15,52		18,58
2	Sexta-feira	16,10	14,46	16,64		16,50		16,56	
3	Sábado	16,62	15,52	15,14	25,14		19,18		18,48
4	Domingo	16,52	14,34	18,82					
5	Segunda-feira				19,36	20,40		18,70	
6	Terça-feira	20,02	17,90	22,02			23,74		24,14
7	Quarta-feira	15,76	13,18	14,06	19,56	8,60		17,60	
8	Quinta-feira	15,34	13,44	14,42	5,32		14,06		15,56
9	Sexta-feira	15,40	14,00	13,80		12,02		15,56	
10	Sábado	16,50	15,52	17,00	23,36		16,20		16,28
11	Domingo	15,64	14,42	17,82					
12	Segunda-feira				19,14	17,48		19,20	
13	Terça-feira	22,14	20,16	22,34			23,04		23,96
14	Quarta-feira	16,64	14,98	14,58	17,70	8,86		17,06	
15	Quinta-feira	17,76	13,04	16,48	4,82		13,90		16,44
16	Sexta-feira	16,46	14,70	14,92		11,46		16,94	
17	Sábado	18,84	16,44	15,92	23,38		16,20		18,70
18	Domingo	16,26	15,52	18,44					
19	Segunda-feira				19,18	16,62		20,76	
20	Terça-feira	22,36	19,20	20,70			23,64		23,46
21	Quarta-feira	16,82	13,90	13,50	17,92	9,22		16,82	
22	Quinta-feira	16,60	14,12	15,02	4,82		15,56		16,46
23	Sexta-feira	17,08	13,80	14,54		12,20		16,28	
24	Sábado	18,46	15,42	15,94	22,92		16,22		16,12
25	Domingo	15,98	17,28	19,15				21,44	
26	Segunda-feira				18,78	17,26			
27	Terça-feira	21,64	19,40	21,74			22,74	17,86	23,12
28	Quarta-feira	16,44	14,24	14,46	18,04	7,44			
29	Quinta-feira	16,34	14,24	14,52	4,82		13,08	14,18	16,26
30	Sexta-feira	17,38	14,86	13,70		11,12			
	Média	17,33	15,31	16,58	15,88	13,01	17,93	17,61	19,04
	Total	450,70	398,16	430,97	269,98	169,18	233,08	228,96	247,56

Anexo C – Excerto de exemplo do ficheiro BGRI0105_2011

Ano	geog_2002	designacao	nivel	ordem	EDIFICIOS	ALOJAMENTOS	FAMILIAS	RESIDENTES_T	RESIDENTES_H	PRESENTES_T	PRESENTES_H
2011	PT	Portugal	Pais	1000	3543595	5877991	4048932	10561614	5047387	10281794	4869537
2011	1	Continente	Nuts I	2000	3352829	5638503	3874115	10047083	4799593	9769071	4622912
2011	16	Centro	Nuts II	96346000	1111682	1448408	906223	2327580	1111400	2258335	1066494
2011	161	Baixo Vouga	Nuts III	96347000	149860	202430	145424	390840	187085	380056	180192
2011	105	Aveiro	Município	100054000	22814	40674	31195	78450	37123	79542	37452
2011	10502	Cacia	Freguesia	100242000	2742	3182	2630	7354	3598	7059	3423
2011	10510	São Bernardo	Freguesia	100992000	1503	2280	1882	4960	2350	4715	2204
2011	10507	Nariz	Freguesia	100810000	632	656	501	1418	677	1356	640
2011	10508	Oliveirinha	Freguesia	100849000	1937	2136	1719	4817	2246	4633	2136
2011	10512	Vera Cruz	Freguesia	101112000	1758	6417	4442	9657	4373	9271	4161
2011	10506	Glória	Freguesia	100646000	1630	6264	4150	9099	4212	12561	5925
2011	10514	Nossa Senhora de Fátima	Freguesia	101395000	788	836	689	1924	896	1844	853
2011	10501	Aradas	Freguesia	100055000	2917	4895	3795	9157	4362	9521	4543
2011	10509	Requeixo	Freguesia	100954000	542	563	445	1222	609	1150	576
2011	10513	Santa Joana	Freguesia	101284000	2473	3510	3012	8094	3863	7756	3680
2011	10503	Eirol	Freguesia	100353000	337	342	272	753	375	724	359
2011	10504	Eixo	Freguesia	100379000	1777	2526	2048	5571	2671	5284	2491
2011	10511	São Jacinto	Freguesia	101053000	520	638	388	993	485	896	437
2011	10505	Esgueira	Freguesia	100473000	3258	6429	5222	13431	6406	12772	6024
2011	10501009		Secção		284	356	304	770	378	760	368
2011	10501010		Secção		277	310	265	696	326	651	306
2011	10512012		Secção		64	310	231	501	244	500	255
2011	10513004		Secção		215	390	316	784	360	746	330

Anexo D - Informação Geodésica

Os dois sistemas de coordenadas mais actuais utilizados em Portugal Continental, nomeadamente PT-TM06/ETRS89, Datum 73 e os restantes já são considerados obsoletos, nomeadamente:

- PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989
- Datum 73 (obsoleto)
- Datum Lisboa (obsoleto)
- Bessel Datum Lisboa (obsoleto)
- ED50 - European Datum 1950 (obsoleto)

Relativamente, ao Datum 73 foi estabelecido na década de 1970, posteriormente à reobservação da rede geodésica de Portugal Continental.

As observações angulares foram efectuadas na década de 1960 com teodolitos Wild T3 e T4, tendo a orientação da rede sido estabelecida pelo azimute Melriça TF4 -> Montargil.

Foi escolhido para ponto origem do Datum um vértice geodésico no centro do País (ao contrário do Datum Lisboa que tem a sua origem numa extremidade do território) de forma a minimizar as eventuais distorções da rede.

O cálculo da rede geodésica de primeira ordem foi realizado num só bloco, pelo método de variação de coordenadas (Fonte: http://www.igeo.pt).

Tabela A.6.1 - Representação do sistema de referência Datum 73

Ponto origem das coordenadas geodésicas:	Vértice Geodésico Melriça TF4 (Observações Astronómicas de 1964)	
Elipsóide de referência:	Hayford (ou Internacional 1924)	Semi-eixo maior: a = 6 378 388 m Achatamento: f = 1/297
Nota: Para trabalhos associados a este Datum (produção cartográfica e outros) é habitualmente usado o seguinte sistema de projecção:		
Projecção cartográfica:	Gauss-Krüger	
Latitude da origem das coordenadas rectangulares:	39º 40' 00" N	
Longitude da origem das coordenadas rectangulares:	08º 07' 54",862 W	
Falsa origem das coordenadas rectangulares:	Em M (distância à Meridiana): +180,598 m Em P (distância à Perpendicular): -86,990 m	
Coeficiente de redução de escala no meridiano central:	1,0	

Comparativamente à Datum 73 o sistema de coordenadas PT-TM06/ETRS89 e/ou WGS84 é o mais actual, ou seja, o recentemente utilizado por diferentes entidades. A designação WGS84 (World Geodetic System – 1984) é reconhecida pelos utilizadores de informação geográfica como o sistema de referência associado ao sistema de posicionamento GPS (Global Positioning

System). Este é materializado por um conjunto de estações IGS (International GPS Service for Geodynamics) distribuídas por todo o planeta (NGA, 2000). Contudo, devido à geodinâmica as coordenadas variam na ordem dos centímetros por ano, mesmo nos locais mais estáveis. Assim, o sistema WGS84 é inconveniente para fins de apoio topográfico que pretenda uma grande exactidão posicional, pelo que é habitual fixá-lo para uma dada época. Relativamente, à Europa estabeleceu-se o sistema designado por ETRS89 (European Terrestrial Reference System – 1989) que coincide com o WGS84 em 1989 (Altamimí *et al*, 2001). Este é materializado por um conjunto de estações fixadas na placa euroasiática, que é bastante estável (EUREF, 2007).

No caso de Portugal o Instituto Geográfico Português (IGP) adoptou este sistema para servir como datum geodésico de base nacional, substituindo o datum 73 (D73) e o datum Lisboa (DLX). O estabelecimento do ETRS89 em Portugal Continental foi efectuado com base em campanhas internacionais (realizadas em 1989, 1995 e 1997), que tiveram como objectivo ligar convenientemente a rede portuguesa à rede europeia. Nos anos subsequentes, toda a rede geodésica de 1ª e 2ª ordem do Continente foi observada com GPS, tendo o seu ajustamento sido realizado fixando as coordenadas dos pontos estacionados nas anteriores campanhas internacionais (Vasconcelos *et al*, 2007). O ETRS89 é um sistema global de referência recomendado pela EUREF (European Reference Frame, subcomissão da IAG - Associação Internacional de Geodesia) estabelecido através de técnicas espaciais de observação. No simpósio da EUREF realizado em Itália em 1990 foi adoptada a seguinte resolução: "A Sub-comissão da IAG para o Referencial Geodésico Europeu (EUREF) recomenda que o sistema a ser adoptado pela EUREF seja coincidente com o ITRS na época de 1989.0 e fixado à parte estável da Placa Euro-Asiática, sendo designado por Sistema de Referência Terrestre Europeu 1989 (European Terrestrial Reference System – ETRS89) ". A informação relativa aos sistemas de informação geodésica é disponibilizada gratuitamente pelo IGP através do seu endereço oficial na internet (Fonte: http://www.igeo.pt).

Tabela A.6.2 - Representação do sistema de referência ERTS89

Elipsóide de referência:	GRS80	Semi-eixo maior: a = 6 378 137 m Achatamento: f = 1 / 298,257 222 101
Projecção cartográfica:	Transversa de Mercator	
Latitude da origem das coordenadas rectangulares:	39º 40' 05",73 N	
Longitude da origem das coordenadas rectangulares:	08º 07' 59",19 W	
Falsa origem das coordenadas rectangulares:	Em M (distância à Meridiana): 0 m Em P (distância à Perpendicular): 0 m	
Coeficiente de redução de escala no meridiano central:	1,0	